



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,  
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ имени Н. Исанова

На правах рукописи

УДК 69.002.5

**ТУРДАКУН УУЛУ НУРГАЗЫ**

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССА ДЛЯ  
НЕПРЕРЫВНОГО ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук,  
профессор Асанов А. А.

Бишкек – 2018



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА I. ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ КИРПИЧА ПОЛУСУХИМ СПОСОБОМ</b> .....	9
<b>1.1. Основные способы получения глиняного кирпича</b> .....	9
<b>1.2. Конструктивные особенности оборудования для формования глиняного кирпича</b> .....	23
<b>1.2.1. Оборудование для пластического формования</b> .....	23
<b>1.2.2. Оборудования для формования стеновых изделий полусухим способом</b> .....	28
<b>1.2.3. Прессы для непрерывного формования изделий полусухим способом</b> .....	37
<b>Заключение к первой главе</b> .....	47
<b>ГЛАВА II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ГЛИНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРЕССАМИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ</b> .....	49
<b>2.1. Разработка системной модели прессового оборудования</b> .....	49
<b>2.2. Исследование процесса формования смеси и обоснование параметров уплотняющего механизма пресса</b> .....	55
<b>2.3. Расчет параметров цепи пресса непрерывного действия</b> .....	57
<b>2.4. Динамическая модель кривошипно-шатунного коромыслового ударного механизма пресса для формования штучных изделий</b> .....	63
<b>2.5. Кинематическое и силовое исследование уплотняющего рабочего органа пресса с кривошипно-коромысловым механизмом</b> .....	67
<b>Заключение к второй главе</b> .....	74
<b>ГЛАВА III. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ПОЛУСУХОЙ МАССЫ</b> ...	75
<b>3.1. Моделирование процесса уплотнения смеси ударным механизмом</b> ...	75



<b>3.2. Моделирование процесса работы установки с кривошипно-шатунным коромысловым ударным механизмом.....</b>	<b>80</b>
<b>3.3. Условия проведения экспериментов .....</b>	<b>85</b>
<b>3.4. Разработка программы экспериментальных исследований. ....</b>	<b>86</b>
<b>3.5. Планирование эксперимента для получения регрессионных зависимостей прочностных свойств изделия.....</b>	<b>97</b>
<b>3.7. Регрессионные уравнения для расчета прочности кирпича полусухого прессования .....</b>	<b>99</b>
<b>Заключение к третьей главе.....</b>	<b>105</b>
<b>ГЛАВА IV. ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧЕЙ, РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗРАБОТОК НА ПРАКТИКЕ.....</b>	<b>106</b>
<b>4.1. Конструктивная схема кирпичеделательного пресса.....</b>	<b>106</b>
<b>4.2. Расчет цепного конвейера пресса непрерывного действия .....</b>	<b>108</b>
<b>4.3. Инженерная методика расчета параметров пресса подвижного формования кирпичей .....</b>	<b>118</b>
<b>4.4. Экономическая оценка эффективности применения пресса непрерывного действия.....</b>	<b>120</b>
<b>Заключение к четвертой главе.....</b>	<b>132</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>134</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>136</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....</b>	<b>146</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....</b>	<b>158</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....</b>	<b>160</b>



## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы диссертации.** Прессование полусухих и жёстко-пластичных масс является одним из основных методов формования изделий в производстве разнообразных видов керамики, огнеупоров и брикетов. Его наиболее отличительными особенностями по сравнению с другими методами формования следует считать применение значительно больших усилий, воздействующих на формуемую систему, а также полное совмещение процессов уплотнения, упрочнения полуфабриката и придание ему окончательной формы. Эти особенности, обусловленные прежде всего, относительно низким содержанием воды по сравнению с массами для пластического формования, создают ряд существенных преимуществ на последующих этапах технологического процесса (транспортные операции, сушка, обжиг) и облегчают механизацию и автоматизацию производства.

В промышленности строительных материалов для формования кирпича полусухим способом самые высокие затраты приходится на процессы получения кирпича заданной формы при малой производительности традиционного прессового оборудования.

Таким образом, сдерживающим фактором развития этого эффективного способа получения изделий различного назначения полусухим способом является отсутствие прессового оборудования повышенной мощности. В связи с этим разработка эффективного прессового оборудования для получения кирпича из полусухих и жёстко-пластичных смесей, отвечающего современным технологическим требованиям является актуальной проблемой.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами.** Основная идея при формировании задач исследования диссертации исходит из процесса реализации Государственной программы в рамках госбюджетной НИР МОиН КР «Разработка инновационных автоматизированных технологий» №0006592 от 10.12.2012 г.



**Целью исследования** является разработка и обоснование параметров пресса для подвижного прессования кирпичей из – полусухих и жестко пластичных глиняных материалов с различными физико-механическими характеристиками.

#### **Основные задачи работы:**

1. Изучить отечественный и зарубежный опыт использования прессового оборудования для формования кирпичей из полусухих и жестко пластичных глиняных материалов, выявить основные направления конструктивно-технологического совершенствования прессового оборудования.

2. Исследовать общие и специфические закономерности процесса формования глиняных материалов с различными физико-механическими характеристиками, разработать технические и технологические способы для их реализации.

3. Исследовать параметры и процесс статодинамического воздействия ударного рабочего органа на уплотняемую глиняную массу в прессе с подвижным формованием кирпичей.

4. Разработать методику расчета основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров нового прессового оборудования, установить его технико-экономическую эффективность и выработать рекомендации по его применению.

**Методика исследования.** Теоретический анализ процесса формования массы различными физико-механическими характеристиками в прессе непрерывного действия (ПНД) проведен с использованием методов теоретической механики сопротивления материалов, математического моделирования. Лабораторные и экспериментальные испытания проводились с применением натуральных образцов прессового оборудования.

#### **Научная новизна работы состоит в следующем:**

- предложена новая конструкция технологической установки и технология подвижного формования кирпича полусухим способом, отличающаяся непрерывностью процесса и повышенной производительности.



- определены технологические параметры прессового оборудования обеспечивающие устойчивое протекание процесса формования изделий при статодинамическом воздействии рабочего органа на прессуемую смесь.

- разработана математическая модель, позволяющая обоснованно выбирать параметры основных узлов пресса.

- разработана методика расчета основных параметров нового прессового оборудования на основе полученных формул, а также результатов экспериментальных исследований свойств смеси и отформованного изделия.

### **Практическая значимость полученных результатов**

- результаты исследования процесса формования изделий из полусухих жестко-пластичных масс позволили разработать меры по обеспечению непрерывности процесса и повышению производительности на основе прессов с подвижным формованием изделий.

- разработана методика расчета и проектирования прессов с рабочим органом статодинамического действия.

- создано прессовое оборудование для непрерывного производства строительных изделий методом полусухого прессования.

### **Экономическая значимость полученных результатов**

Рассчитанные показатели экономической эффективности внедрения разработанного кирпичеделательного агрегата подтвердили, что реализация проекта целесообразна и экономически эффективна. Годовая экономическая эффективность от внедрения разработанного ПНД составляет 82897,92 сом срок окупаемостью 4,5 месяца.

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Математическая модель процесса прессования, учитывающая внешние силы сопротивления прессуемой смеси, упругие свойства привода, статические и динамические воздействия внешних сил.

2. 3D модель рабочего органа пресса для изучения закономерностей процесса формования глиняных материалов с различными физико-



механическими характеристиками, разработанные технические технологические способы для их решения.

3. Результаты статодинамического воздействия ударного рабочего органа на уплотняемую глиняную массу в прессе с подвижным формованием кирпичей.

4. Разработанная методика расчета основных конструктивно-технологических и энергосиловых параметров нового прессового оборудования и ее технико-экономических показателей.

**Личный вклад соискателя.** На основе анализа научных материалов автором сформулированы цели и задачи исследований, намечены основные пути их реализации. Автор участвовал в планировании, проведении и теоретических исследований, совершенствовании конструкций пресса непрерывного формования изделий при проведении натурных экспериментальных исследований и разработке рекомендаций по совершенствованию основных параметров пресса непрерывного действия, а также внедрению установки.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований докладывались на следующих научно-технических и практических конференциях: IV Международная межвузовская научно-практическая конференция-конкурс научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения» (МУИТ, г. Бишкек, 2016 г.); V студенческая научно-практическая конференция (Машиностроительный институт ОмГТУ, г. Омск, РФ, 2016 г.); Международная научно-практическая конференция «Теория машин и рабочих процессов» (Институт машиноведения НАН КР, г. Бишкек, 2017 г.); Международная научно-практическая конференция «Совершенствование прогнозирования и управления стихийными бедствиями», (КРСУ, г. Бишкек, 2016 г.); Международная научно-практическая конференция «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана» (КГУСТА, г. Бишкек, 2017 г.); Международная научно-практическая конференция



«Инновации в архитектуре дизайне и строительства стран Центральной Азии Казахстана» (КРСУ, г. Бишкек, 2018 г).

**Полнота отображения результатов диссертации в публикациях.** По результатам исследований опубликовано 9 научных трудов, из них 2 статьи в зарубежных изданиях РИНЦ, а также получен патент на изобретение.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, вывода, списка литературы, приложений. Она изложена на 147 стр. компьютерного текста, включает 51 иллюстраций, 41 таблиц, 3 приложений, в списке использованной литературы 110 наименований.



# ГЛАВА I. ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ КИРПИЧА ПОЛУСУХИМ СПОСОБОМ

## 1.1. Основные способы получения глиняного кирпича

Кирпич является созданным человеком самым древним строительным материалом. История использования кирпича насчитывает не одно тысячелетие. За это время он зарекомендовал себя как идеальный строительный материал для строительства любых зданий и сооружений. Кирпич производится из простых экологически чистых компонентов – песка и глины. Дополнительных примесей, как правило, не используется. Он невероятно прочный материал, по прочности приближается к природному камню, устойчивый к влиянию агрессивных факторов – огнеупорный, морозоустойчивый и с низким водопоглощением. Из полнотелого кирпича можно построить здания высотой до 1000 метров. Построенные век назад дома из керамического кирпича до сих пор стоят и пригодны для эксплуатации. Гарантийный срок эксплуатации домов из кирпича составляет 100-150 лет. Капиллярная система кирпича позволяет осуществлять естественное кондиционирование в доме /12, 18, 24, 36, 38/.

Недостатки керамического кирпича - значительная цена и длительность ведения кирпичной кладки /10, 16, 19/. Кроме того, полнотелый кирпич тяжелее многих других строительных изделий и стоит дороже большинства других стеновых материалов, из которых можно построить жилье (см. табл.1.1). Несмотря на это доступность глиняного сырья обусловила его широкое применение на практике.

Производство строительной керамики состоит из следующих основных технологических операций: добыча, транспортировка и хранение сырьевых материалов, приготовление керамической массы, формование изделий, сушка и

обжиг сырца /1, 2, 5, 7, 51, 55/. Для их реализации требуется комплект оборудования: бункер-питатель, измельчитель, грохот, ящичный питатель, магнитный улавливатель, бегуны мокрого помола, глиномешалка, пресс, автомат, укладчик, автомат садчик, туннельная печь, автомат пакетировщик.

Таблица 1.1 - Материалы для возведения стеновых конструкций и их сравнительные характеристики, рассчитанные на возведение 1 м<sup>2</sup> стены здания

Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·с	Толщина стенок, см	Масса, кг	Стоимость, %
Пенополистерол-бетонные блоки	150	0,15	45	80	340
Кирпич керамический	1800	0,56	40	1200	270
Силикатный кирпич	1800	0,70	40	1500	250
Известковый камень	1400	0,49	50	825	220
Керам. бетон. блок,	1500	0,52	40	930	200
Керамический блок	1400	0,47	40	784	190
Панель	1200	0,36	43	517	170
Грунтобетонный блок	1800	0,50	50	1200	160
Пеноблок	1800	0,21	40	160	100

Как видно из рис. 1.1. отсутствует сушильное оборудование при получении кирпича полусухим способом, что снижает энергозатраты и себестоимость керамического кирпича.





Рис. 1.1. Технологическое оборудование для производства глиняного кирпича полусухим способом

Строительная керамика в зависимости от свойств изделий используемого сырья, а также применяемых технологических методов подразделяются на грубую и тонкую. К грубой строительной керамике относится глиняный кирпич, пустотелые блоки, черепица, дренажные и канализационные трубы, при производстве которых применяют сходные методы переработки сырья, формования и обжига /16, 19, 22, 26, 56, 62/.

Основным сырьем для производства кирпича служит глина, в которую вводят отощающие и выгорающие добавки. Отощающие материалы уменьшают усадку и внутреннее напряжение при сушке и обжиге, а также ускоряют процессы тепловой обработки изделий. В качестве выгорающих добавок используется пылевидное твердое топливо. Выгорающие добавки интенсифицируют процесс обжига керамических изделий и улучшают спекаемость массы, повышая при этом прочность изделий.

Одной из основных операций в производстве керамических изделий является формование, под которым понимают процесс получения из любого не имеющего формы полупродукта (порошок, суспензия или пласты) изделий определенной формы с организацией одновременно заданной структуры этих изделий /7, 12, 17, 20, 21, 88, 83/. Назначение формования как технологического процесса производства керамического материала заключается в придании формы, достаточной плотности и максимальной прочности сырца для проведения последующих технологических переделов - пакетирования, сушки и обжига.

Выбор способа формования, определяется следующими факторами: керамической массой, производимым изделием и массой производства.

Существует три принципиальных категорий способов формирования:

-керамическая масса переводится в вязкое состояние ( $w = 25\%$  и более) и формование осуществляется **литьем**;



- керамическая масса обладает относительно высокой долей пластичности сырья ( $w = 16 - 25\%$ ); тогда применяют **способы пластичного формования**, такие как обточка, прокатка, прессование, набивка или остановка, пластическое литье под давлением;

- керамическая масса состоит из непластичного материала с низким содержанием воды ( $w = 8 - 14\%$ ), тогда важным способом формования является **полусухое прессование**, причем имеется много модификаций этой технологии.

Для всех способов формования необходимо выполнение требования однородности изделий при формовании, которое определяется химическим и минералогическими составами, влажностью, равномерным распределением зерен и плотностью их упаковки, отсутствием микротекстуры в расположении частиц и воздуха.

Знание свойств керамической массы является предпосылкой для научного объяснения существа процессов формования. Эти значения основываются в основном на понимании поведения пластических составляющих масс, т.е. свойства глинистых материалов.

Вопросами прессования различных пластичных и полусухих материалов занимались многие ученые, однако не все аспекты поведения формуемой массы в процессе прессования в различных по конструкции прессах изучены достаточно хорошо. Из опубликованных в этой области работ можно отметить труды следующих ученых: С.Г. Силенок, А.В. Туренко, А.А. Борщевского, В.А. Кондратенко, Е.А. Элера, А.М. Усманского, А.К. Карклита, С.П. Ничипоренко, П. А. Ребиндера, К.М. Королева, А. Л. Гёмзе, Г.П. Комлева, и т.д. Из отечественных ученых известны работы А.С. Мавлянова, А.А. Асанова, А.А. Абдыкалыкова, А.И. Джылкычиева, Р.А. Бекбоев и др. /1, 4, 15, 16, 24, 27, 36, 37, 40, 49, 54, 68, 76, 97, 106, 108/.

Общей тенденцией для всех теоретических и экспериментальных исследований данного вопроса является стремление рассматривать прессуемый материал как сплошную среду, а его движение - как частично поступательное и



частично вращательное. Выявлены и установлены три основных способа получения стеновых изделий из исходного сырья.

*Отливка изделий из жидких керамических масс.* Пустотелую крупноформатную керамику, а также изделий сложной формы, которых нельзя формовать известными методами прессования, изготавливают из жидкой керамической массы в гипсовых формах /9, 17, 49, 62, 76/. Техника и технология получения изделий литьем подробно изложены в работах /10, 88, 91, 96/. Суспензия отдает влагу гипсовой пористой форме, а на внутренней поверхности остается плотный керамический слой массы, образующий изделия заданной формы и размеров. Подсыхая, изделия сокращаются и легко отделяются от гипсовой формы, которая используется для повторных отливок. Этот метод из-за низкой производительности и сложности технологии находят ограниченное применение в производстве глиняного кирпича.

*Пластическое формование* - наиболее известный и распространенный способ оформления кирпича-сырца, основанный на свойстве глин при смешении с определенным количеством воды образовывать пластическую тестообразную массу, способную под влиянием приложенных внешних сил к пластическому течению.

Труды С.П. Ничипоренко и его сотрудников в области переработки и формования керамических масс в ленточных шнековых прессах посвящены установлению закономерностей движения глиняной массы в шнековой полости. В результате проведенных исследований установлено, что конструктивные особенности шнековых прессов зависят от свойств глиняной массы и условий его эксплуатации. С реологической точки зрения пластическое состояние глиняной массы аналогично суспензиям. Пластичные массы отличаются от суспензий только более высокой концентрацией твердого вещества и вследствие этого большим предельным напряжением сдвига. В результате этого глиняная масса обладает особенностью сохранять придаваемую ей форму. Физические и химические связи, существующие между частицами в пластическом состоянии, обусловлены факторами, сходными с тем, что



действуют в суспензиях. Единственное отличие заключается в том, что в глиняной массе частицы расположены более тесно друг к другу.

Пластическое состояние глиняных масс сохраняется в интервале влажностей, при которых она способна формоваться, приобретая под давлением желаемую форму без нарушения целостности, а главное не деформироваться после снятия давления.

Прессование пластичных материалов шнеком затруднительно вследствие его налипания на шнек. Для устранения данного недостатка широкое распространение получили корпуса шнековых прессов, выполненные с рифленой внутренней поверхностью. Во время работы машины впадины на внутренней поверхности корпуса забиваются материалом и создается повышенное сопротивление его проворачиванию, поскольку коэффициент внутреннего трения материала больше коэффициента трения между материалом и металлической поверхностью корпуса.

В трудах С.Г. Силенка и др. рассматриваются такие основные факторы, влияющие на процесс формования как: гранулометрический состав, пластичность сырья, сыпучесть и др. / 63, 65, 68, 86, 88/.

Туренко А.В. и Борщевский А.А. утверждают, что для формования армированного растительными включениями глиняного кирпича может быть использован шнековый пресс традиционной конструкции /14, 51/. Однако он имеет ряд недостатков. Главным недостатком конструкции существующих шнековых прессов является пяти-шестикратное уменьшение площади поперечного выходного сечения канала переходной головки по сравнению с входным поперечным сечением, что диктуется размерами цилиндра пресса и формуемого изделия.

Из большого количества других работ /9, 16, 19, 62/ более правильным следует считать положение, что пластичность является не свойством, а одним из состояний глинистого вещества (керамической массы). При этом берется за основу тот факт, что в зависимости от содержания влаги глина может быть



хрупкой, пластичной и вязко текучей, а при дальнейшем увеличении количества воды полностью размокает и образует глинистую суспензию.

При хрупком состоянии образец глины при разрыве разрушается без изменения структуры в поперечном сечении и после разрушения не восстанавливается. При вязко текучем состоянии глинистое тесто растекается под действием собственной массы. Пластическое состояние является промежуточным между хрупким и вязко текучим.

*Полусухое прессование.* Прессование порошкообразных масс является одним из основных методов формования изделий в производстве разнообразных видов керамики и огнеупоров. Его наиболее отличительными особенностями по сравнению с другими методами формования следует считать применение значительно больших усилий, воздействующих на формуемую систему, а также полное совмещение процессов уплотнения, упрочнения полуфабриката и придание ему окончательной формы. Эти особенности, обусловленные прежде всего относительно низким содержанием воды по сравнению с массами для пластического формования и литьевыми суспензиями, создают ряд существенных преимуществ на последующих этапах технологического процесса (транспортные операции, сушка, обжиг) и облегчают механизацию и автоматизацию производства.

В трудах разных ученых: Р.Я. Попильского, А.М. Уманского, С.Г. Силенка, А.А. Борщевского, А.А. Туренко, А.А. Асанова, А.И. Джылкычиева и др. /4, 14, 19, 27, 28, 71, 97, 109/ указывается на важную роль влияния давления прессования на качество спрессованной продукции. При этом, по данным А.М. Уманского /109/, линейный рост прочности с увеличением давления прессования наблюдается до определенного предела, после которого в связи с появлением пере прессовочных трещин прочность образцов снижается.

Благодаря этим особенностям прессование порошков /4, 5, 27, 51/, часто называемое “полусухим прессованием”, у нас давно стало преобладающим способом формования изделий в производстве огнеупоров, широко



используются в производстве тонкой строительной и многих бытовых технической керамики.

Для получения качественных прессованных изделий важное значение играет влажность прессуемой шихты. Согласно исследований авторов [1, 27, 63, 72, 73, 79, 97], для получения максимальной прочности прессовок значение влажности шихты должно быть оптимальным и зависящим от давления прессования. Для уменьшения оптимальной влажности прессования шихты используют введение в смесь поверхностно-активных веществ, существенно снижающих внутреннее трение между частицами при их прессовании.

Все глинистые порошки, за исключением некоторых из пород особых типов (например, камнеподобных глин, сланцев), имеют много общего в отношении технологии прессования. Они прессуются при влажности в пределах 7÷13 % и не требуют высоких удельных давлений прессования (5÷25 МПа). Степень измельчения при помоле обычно характеризуется максимальным размером зерна около 2÷4 мм без строгой дозировки по отдельным фракциям.

По данным исследователей [20, 22, 23, 30] наибольшая прочность и плотность прессовок достигается при использовании полифракционного состава смеси. Это обусловлено наиболее плотной упаковкой частиц, следовательно, наибольшими силами сцепления между ними. Результаты научно-исследовательских и опытно-технических разработок свидетельствуют о целесообразности выдержки прессуемой шихты под давлением, что обеспечивает благоприятные условия для превращения упругих деформаций в пластические и релаксации возникающих напряжений в спрессованном теле.

Загружаемая в пресс-форму порошкообразная масса имеет рыхлую неустойчивую структуру, которая в результате прессования претерпевает следующие последовательные изменения.

Начало прессования керамической массы сопровождается его уплотнением вследствие смещения частиц и гранул относительно друг друга, их сближение и заполнение относительно крупных пор при одновременном вытеснении части



заклученного между ними воздуха, в результате чего структура ма становится более устойчивой. Частицы при этом перемещаются главным образом в направлении действующих усилий. Вторая стадия уплотнения характеризуется необратимой пластической деформацией гранул, которая происходит в результате взаимного скольжения минеральных частиц по пленкам связуемой жидкости. Деформируются частицы глины и каолина, обладающие небольшой прочностью. Промежутки между частицами твердых материалов более плотно заполняются деформированными частицами.

При дальнейшем возрастании, когда удельное давление на контактных площадках между зернами твердых материалов превзойдет предел прочности на сжатие, происходит крупная деформация твердых частиц с дальнейшим уплотнением массы. Наряду с отмеченными явлениями при прессовании наблюдаются и упругие деформации, величина которых зависит от свойств отошающих материалов, содержащихся в массе глины и каолина, а также легко сжимаемого воздуха.

После прекращения действующего прессующего усилия и выталкивания изделий на пресс-формы происходит его упругое расширение, что ведет к уменьшению плотности, достигнутой при прессовании и соответственно к дефектам прессованных изделий. Основные принципы упругого расширения - обратимые деформации твердых частиц, расширение запрессованного воздуха и адсорбционное расклинивание влагой, выжатой при прессовании из контактных поверхностей в более крупные поры.

Максимальная плотность прессовки - основная цель процесса прессования из порошкообразной керамической массы. Этот показатель имеет первостепенное влияние на полноту протекания физико-химических процессов в массе при обжиге изделий, а, следовательно, на качество продукции.

Методы расчеты таких прессов с учетом работы гидропривода подробно рассмотрены в работах Ю.А. Бочарова, А.А. Асанова, прессовое рычажными механизмами в работах С.А. Абдраимова, А.И. Джылкычиева, А.Р. Бекбоева. Учитывая многолетнюю практику использования прессов в промышленности



строительных материалов и др. отраслях многие ученые и специалисты проектно-конструкторских организаций машиностроительных предприятий стремились создать методики расчета конструктивных, технологических и энергосиловых параметров прессового оборудования /39, 78-85/.

В основу разрабатываемых методик расчета были положены труды ученых в области прессования порошкообразных полидисперсных материалов: М.Ю. Бальшина, А.А. Карклит, Г.М. Жданович, Г.А. Виноградова, Р.Я. Попильского, А.М. Уманского, W.Jones, Н. Rieschel, W. Gegielski /8, 20, 28, 51, 27, 71, 101...111/. Большинство ученых: Р.Я. Попильский, Д.Н. Полубаяринов, и др. (69, 73) сходились во мнении, что давление у неподвижного штампа можно определить по формуле:

$$P_{H/ШТ} = P_0 \cdot \exp\left(-m \frac{H_{ПР}}{R_T}\right); \quad (1.1)$$

где  $P_0$  – давление у прессующего штампа, МПа;  $m$  – произведение коэффициента бокового давления  $\varepsilon_0$  на коэффициент трения массы о стенки пресс-формы;  $f_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot f_{01} \cdot H_{np}$ ;  $H_{ПР}$  – высота пресс-формы;  $R_T$  – толщина прессуемого изделия, м;  $R_T = \frac{s}{l}$ , мм, где  $s$  – площадь прессуемого изделия,  $l$  – длина изделия.

Однако данное уравнение представлено в общем виде и не учитывает физико-механические свойства прессуемой шихты.

Наиболее обстоятельные и всесторонние исследования по изучению процесса прессования порошкообразных материалов проведены Г.М. Ждановичем /28/:

$$P_0 = P_k (1 + 0,5K\beta) \frac{\vartheta^n - \vartheta_0^n}{1 - \vartheta_0^n}; \quad (1.2)$$

где  $P_k$  – контактное давление между частицами МПа;  $K$  – постоянный коэффициент;  $\vartheta^n$  и  $\vartheta_0^n$  – первоначальный и окончательный скорость процесса прессования порошковых материалов;  $\beta$  – коэффициент прессования порошковых материалов.

Значение постоянного коэффициента:



$$K = \frac{(S_{\text{внутр}} + S_{\text{внеш}}) \varepsilon \cdot f_0 h_k}{S}, \quad (1.3)$$

где  $S_{\text{внутр}}$ ,  $S_{\text{внеш}}$  - соответственно, внешний и внутренний периметр спрессованного образца, м;  $h_k$  - приведенная или критическая высота спрессованного образца при  $\vartheta = 1,0$  м.

Физико-механическая характеристика прессуемых частиц (размер частиц, коэффициент внутреннего  $f_0$  трения и др.) учтены в соотношениях:

$$F_{\text{мп}} = q \cdot f_0 \cdot H \text{ и } q = \varepsilon \cdot P_0 \cdot H,$$

где  $F_{\text{мп}}$  – сила трения частиц о боковую поверхность пресс-формы, Н.

Вышеуказанные и другие аналитические выражения описывают основополагающие условия процесса прессования в классическом виде. Однако для проектирования вальцевого агрегата для формования техногенных материалов с различными физико-механическими характеристиками необходим анализ условий формования шихты с учетом конкретных параметров обработки материала в прессах динамического действия. При этом уделяется большое внимание вопросам удаления газообразной фазы при уплотнении порошкообразной шихты в агрегатах валкового типа [78].

Предлагается скорость удаления газообразной фазы определять по следующей формуле:

$$V_g = \frac{Q_a \cdot \rho_{\text{пр}}}{B(p - p_0) \cdot h_{\text{упл}}}; \quad (1.4)$$

где  $Q_B$  - расход удаляемого воздуха, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_{\text{пр}}$  - плотность спрессованного материала, кг/м<sup>3</sup>;  $B$  - ширина валков, м;  $h_{\text{упл}}$  - толщина слоя шихты в зоне начала уплотнения и деформации материала, м.

Особое значение данное аналитическое выражение имеет при брикетировании техногенных материалов с низкой насыпной массой ( $\rho_0 \leq 300 - 400$  кг/м<sup>3</sup>), характеризующихся большим содержанием газообразной фазы и требующих предварительного уплотнения для обеспечения заданного давления прессования.



В работах проф. Р.С. Иоффе /31/ учитывается наличие сдвиговых деформаций в слое питаемой шихты и возможности увеличения величины сдвиговых деформаций.

Величина сдвигового напряжения определяется по формуле:

$$\sigma_{сдв} = P \cdot \left(\frac{h}{H}\right)^{\varepsilon-1} \exp(q \cdot f_{в.т.} \cdot \sqrt{2R/h_0} (\arctg \sqrt{2R/h_0} \operatorname{tg}(0.5\alpha) - (\arctg \sqrt{2R/h_0} \operatorname{tg}(0.5\alpha_0))); \quad (1.5)$$

где  $P$ - давление прессования шихты, МПа;  $h$ ,  $H$  - геометрические параметры загрузочного устройства (бункера) м;  $q$ ,  $f_{в.т.}$ - соответственно, коэффициент бокового давления и внешнего трения;  $\alpha_0, \alpha$  — соответственно, угол подачи шахты и наклона на подпорной стенке бункера;  $R$ ,  $h_0$  - соответственно, радиус валков и зазор между ними.

Данное выражение наталкивает на мысль возможного увеличения сдвиговых деформаций малосыпучих техногенных материалов (пористых, волокнистых, с повышенным внутренним и внешним трением и др.) а следовательно, увеличения их сырьевой плотности.

В исследованиях Ю.Л. Голод /21 обращает внимание на необходимость увеличения начального давления уплотнения  $P_0$  соответственно, исходной плотности шихты  $P_0$  зависящего от начала зоны уплотнения и деформации материала  $\alpha_0$ .

Величина радиального давления на валок ( $P_0$ ) для несвязной сыпучей среды:

$$P = P_0 \cdot \exp \mu \cdot (\varepsilon \sin^2 \alpha_{н.к} + \cos^2 \alpha_{н.к}); \quad (1.6)$$

где  $\mu = \ln \sigma_{ср} \cdot \sigma_0^{-1}$ - коэффициент, определяющий начальное  $\sigma_0$  и среднее  $\sigma_{ср}$  напряжение на площадке прямоугольной призмы;  $\alpha_{н.к}$  - угол наклона площадки напряжений на площадке прямоугольной призмы.

Представленное выражение имеет большое значение для малосыпучих техногенных материалов с низкой насыпной массой, которые не могут быть спрессованы в прессовых агрегатах при малых углах деформации без предварительного уплотнения.



В работах /22/ предлагается процесс прессования порошкообразных материалов описывать уравнениями степенного или экспоненциального вида с использованием данных компрессионных кривых уплотнения шихты.

$$\ln \frac{V_0}{V_1} = V_{\text{упл}} \cdot \left(1 - \exp - \frac{\sigma_0}{\varphi_{\text{к.к}}} \cdot V_{\text{упл}}\right); \quad (1.7)$$

где  $V_0, V_1, V_{\text{упл}}$  - соответственно, начально текущее значение объемов уплотняемой шихты и объема в безпористом компактном состоянии,  $\text{м}^3$ ;  $\varphi_{\text{к.к}}$  - угол, образованный касательной к компрессионной кривой в начале координат при малых значениях, среднего нормального напряжения  $\sigma_{\text{ср}}$ .

Наличие достаточно протяженной первой стадии (на компрессионные кривые уплотнения) уплотнения, характеризующейся эффективным удалением газообразной фазы и заполнением межпорового пространства что наиболее характерно для облегченных техногенных материалов.

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности увеличения продолжительности процесса формования материалов и организации по стадийные уплотнения шихты.

Таким образом, анализ технологических условий, влияющих на процесс прессования порошкообразных шихт свидетельствует о том, что при разработке и проектировании прессового оборудования необходимо учитывать не только физико-механические характеристики прессуемых шихт, но и условия их деформирования.

*Вибрационное уплотнение.* С целью устранения необходимости конструирования и применения весьма мощных, дорогих и тяжелых прессов для получения высокоплотных изделий, упругих расширений в изделии после снятия прессового давления, а также уменьшения перепадов плотностей в теле формируемого изделия сложной конфигурации, наряду с изложенными выше способами формования интерес представляет вибрационное формование.

Вопросы теории и практики технологических процессов, конструирования и разработки оборудования для виброформования наиболее



полно разработаны в области технологии строительного бетона /3, 54, 55, 56/.  
Имеются работы и использования вибраторных воздействий в керамической технологии /9, 65, 86, 88, 95/.

В работе /65/ на основе анализа существующих работ отмечается, что достаточная эффективность процесса уплотнения в результате одних вибраторных воздействий или при незначительных давлениях (до 0,1 МПа), создаваемых при помощи “перегруза”, возможна лишь в подвижных системах, влажность которых превышает нормальную влажность соответствующих керамических масс.

Однако эти системы, хорошо формуемые без нагрузки или почти без нагрузки, не могут, как правило, дать высоких показателей плотности, какие обеспечиваются высоким давлением при прессовании менее влажных керамических масс. Принципиальная причина их недостаточного уплотнения заключается в наличии избыточного объема технологической связи по сравнению с объемом пор, соответствующим упаковке системы при прессовании. Если этого избытка нет, то эффективность уплотнения без давления также снижается.

Наибольший практический интерес представляет сочетание прессования с вибрацией систематически изучавшийся в работе /65/, посвященной порошковой металлургии. В этом случае применяемые давления сравнительно невелики, так как при высоких давлениях колебания в сжимаемой системе сильно затухают и в результате эффективность вибраторного уплотнения явно снижается. Однако сравнительно низкие давления в сочетании с интенсивной вибрацией позволяют достигнуть высокой степени уплотнения прессовок.

В этих же работах отмечается, что эффект вибраторного воздействия зависит от твердости и зернистости формуемого материала. Наиболее целесообразным является вибропрессование в системах, состоящих из зерен высокотвердых крупных материалов. Вибропрессование порошков пластичных материалов дает худшие результаты, так как в этом случае в результате деформации частиц порошка эффект виброупаковки не может полностью



заменить эффект уплотнения, достигаемого при статическом прессовании. Этим объясняется ограниченное применение виброформования при производстве грубой керамики.

## **1.2. Конструктивные особенности оборудования для формования глиняного кирпича**

### **1.2.1. Оборудование для пластического формования**

Керамические изделия формируются в виде ленты или бруса пластической массы, продавленной через мундштук, имеющие заданное сечение. Прессы, на которых формируют указанным способом керамические изделия, независимо от формы и конструкции мундштука часто называют ленточными [22, 49, 68, 99]. При использовании специальных мундштуков с сердечниками (кернами) получают пустотелые изделия-блоки, дырчатый кирпич и канализационные и дренажные трубы.

Влажность керамических масс, используемых при формовании на ленточных прессах, колеблется в пределах 14÷26 %.

Принципы прессования на ленточных прессах могут быть основаны на различных технических решениях. Прессы, формирующие изделия с помощью мундштука, подразделяют на винтовые (шнековые), бесшнековые, поршневые, дисковые, секторные, барабанные и др.

Наибольшее применение при массовом производстве керамических изделий нашли шнековые прессы. Они имеют множество исполнений. По расположению рабочих органов их различают на горизонтальные и вертикальные с вакуумными устройствами; со смесителем, с введением водяного пара в смесительную часть и другие.



В соответствии с консистенцией используемой массы ленточные прессы предназначены для “мягкого” ( $W=19\div 27\%$ ), “полужесткого” ( $W=15\div 20\%$ ) “жесткого” ( $W=12\div 16\%$ ) прессования.

Шнековый пресс - конструктивная схема которого приведена на рис. 1.2. выполняет следующие операции:

а) перемещение керамической массы от загрузочной коробки к прессовой головке с попутным перемещением и частичным уплотнением (“проминанием”) массы;

б) нагнетание массы к мундштуку в зоне и ее уплотнение в прессовой головке до получения однородной структуры по всему сечению формируемого бруса;

в) формование сплошного и пустотелого бруса заданного профиля в мундштуке 5.

Рабочий орган – прессующий винт 2, конструкция которого в основном определяется качеством отформованных изделий, а также удельным расходом энергии на формование. Эффективность работы винта прессы тесно связана с конструкцией схемы рубашки 3, корпуса прессы, прессовочной головки и мундштука.

Принцип работы поршневого прессы состоит в том, что масса, введенная поршнем в поршневой цилиндр, уплотняется в нем и через мундштук выдавливается наружу. После выдавливания поршень возвращается назад, чтобы принять другую порцию массы между мундштуком и поршнем - в результате образуется толчкообразное движение массы.

Принцип работы вальцового прессы основан на сдавливании массы между двумя вращающимися в противоположных направлениях валами, в которых для формования предусмотрена насадка или мундштук. Поступившая для обработки масса еще мягкая, поэтому затраты энергии на этот процесс формования незначительны.

В дисковых прессах гладкий вал и движущийся в противоположном направлении дисковый вал, оба помещенные в один корпус, захватывают

материал и подают его в прессовый корпус, где масса уплотняется и за  
 через нагнетательную головку и мундштук формируется в бесконечную ленту  
 (брус). Пресс отличается уменьшенной склонностью к образованию текстур и  
 может применяться для мягко и жестко пластичного формования.

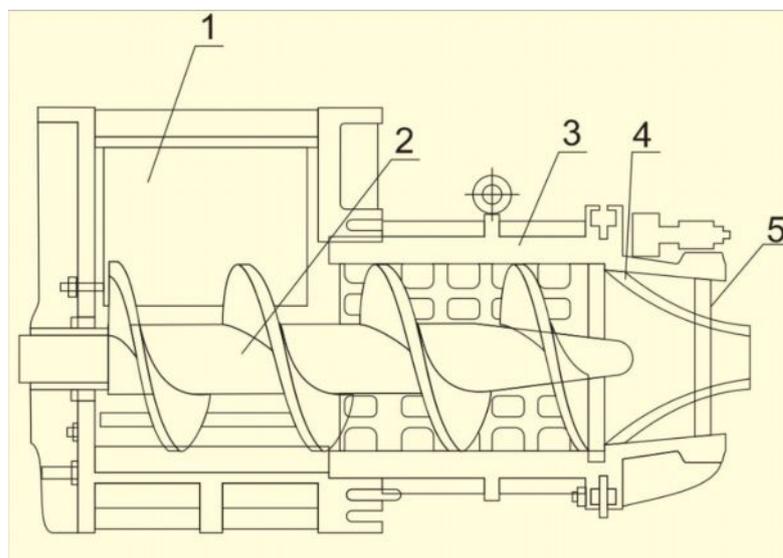


Рис.1.2. Схема устройства шнекового пресса

Известны конструкции ленточных бесшнековых прессов для формования кирпича, состоящие из четырех конвейеров, смонтированных на станине. Верхний конвейер короче нижнего, вследствие чего между вертикально расположенными лентами боковых конвейеров образуется камера для загрузки пресса глиняной массой. Глиняная масса, увлекаемая с четырех сторон движущимися лентами конвейеров, перемещается к мундштуку. Масса проходит через мундштук при большом сопротивлении и поэтому по мере приближения к мундштуку постепенно уплотняется. Вследствие отсутствия прессующего винта формованный на этом прессе кирпич не имеет образных трещин. Энергоемкость процесса формования в 3-4 раза ниже, чем в шнековых прессах. Недостаток пресса развивает небольшое давление, что ограничивает ее применение.

Рассмотренные выше конструкции прессов относятся к прессам пластического формования. Пластический способ формования изделий

применяется достаточно давно, из-за присущих ему целого ряда преимуществ: повышенная морозостойкость, возможность применения таких изделий в основаниях и фундаментах, повышенная эксплуатационная надежность и другие. Они для разрезки бруса на кирпичи снабжаются резательными устройствами. Несмотря на непрерывность процесса кирпичи подлежат сушке перед обжигом, что удорожает их себестоимость.

В последнее время все большее внимание уделяется производству стеновых изделий жестким способом, в котором соединены все преимущества пластического способа производства и отсутствует одна из энергоемких операций – сушка сырца.

Однако применяемые существующие оборудования, в частности шнековые и плунжерные прессы не в полной мере подходят для этой технологии. В связи с этим получают широкое применение бесшнековые роторные прессы и прессы с бесконечной лентой.

В 1972 году западногерманская фирма Rieterwerke изготовила Europress, в котором шнек был заменен ротором с кольцеобразными желобами, из которых глиномасса извлекается гребенкой и направляется в формующую головку, материал практически без перемещения в пазах транспортируется до уплотняющей зоны прессы [19, 89, 101]. Уплотнение массы начинается непосредственно перед срезающими ножами. На рис.1.3. представлена конструкция роторного прессы.

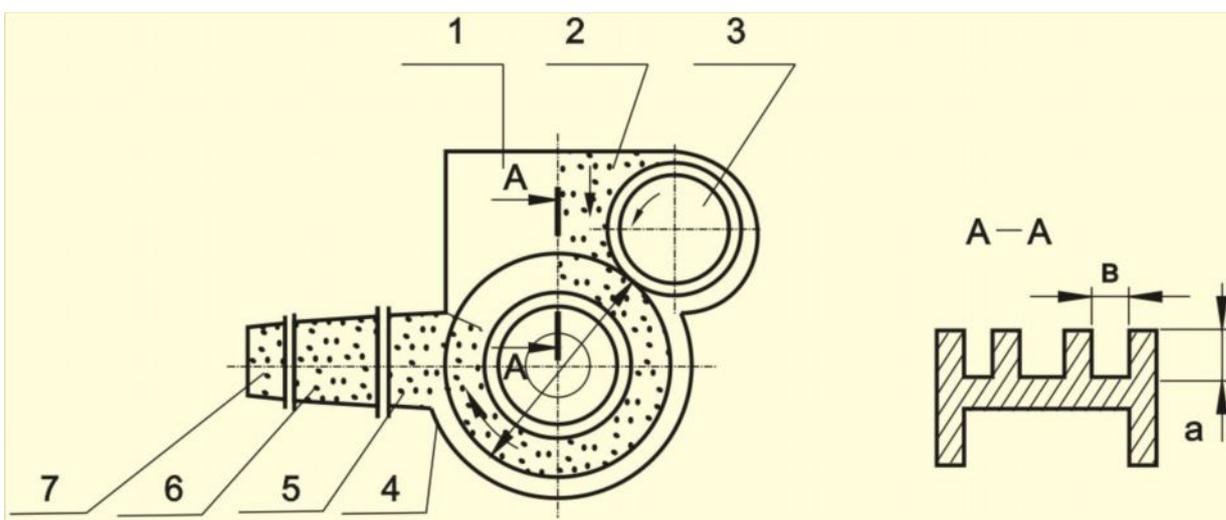


Рис. 1.3. Схема роторного пресса: 1 - ротор; 2 - корпус пресса; 3 - питающий вал  
 - съемный нож; 5 - переходной элемент; 6 - головка; 7 - мундштук.

Пресс имеет К.П.Д подачи 70-80 %. Это достигается за счет того, что у данного пресса практически отсутствуют обратные потоки в каналах ротора. Основным недостатком роторных прессов является сравнительно низкое удельное давление прессования в камере сжатия, обусловленное недостаточной силой сцепления стенок камеры ротора с формируемой массой, так как транспортирующая способность и давление здесь создаются силами трения о стенки кольцевых проточек ротора, имеющих по всей длине постоянное сечение.

Весьма перспективными являются прессы с бесконечными лентами. Первый пресс такой конструкции с приспособлением (рис. 1.4, 1.5), разработанный в России и эксплуатирующийся многие годы на кирпичных заводах, включал четыре формирующие ленточные транспортера - два горизонтальных и два боковых, образующих в сечении прямоугольник со сторонами, равными на выходе размерам кирпича.

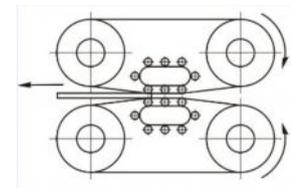
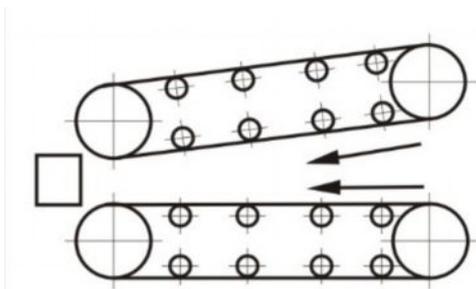


Рис. 1.4. Схема пресса с бесконечными лентами

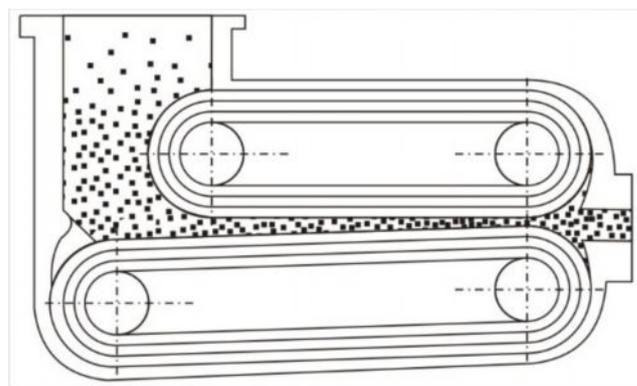
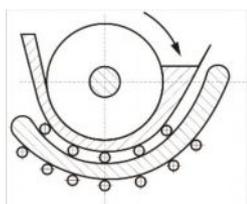
Рис. 1.5. Приспособление

Имеется патент ФРГ N 923172 на приспособления к прессам с бесконечными лентами создающие нужное давление на движущую ленту, благодаря чему улучшаются условия формирования бруса при транспортировании формовочной массы. В роторных, как и в шнековых прессах, функции транспортирования глиномассы и ее формирования разделены, для формирования также используется мундштук, поэтому полностью избавиться от свилеобразования в изделиях при использовании этих машин невозможно. В то же время противотечение глиномассы в желобах роторных прессов минимально или отсутствует совсем, что несомненно уменьшает энергозатраты на транспортирование глиномассы и позволяет при необходимости

значительно увеличить производительность машины без большого увеличения мощности привода.

Известен проект прессы с бесконечными лентами западногерманской фирмы "Rieterweke", рис. 1. 6. /19, 89, 101/.

Отличительной особенностью прессов с бесконечными лентами является совмещение процессов транспортирования и формования в одном рабочем канале переменного сечения, образованном бесконечными движущимися поверхностями. Предложено и разработано несколько вариантов конструкций бесшнековых прессов с бесконечными лентами, образующими переменного сечения с движущимися стенками и исключающих необходимость установки головки и мундштука для получения заданного сечения (см. а. с: № 1031731, № 588117, № 667400).



*Приспособление для поджатия*

Рис.1.6. Пресс с бесконечными лентами западногерманской фирмы "Rieterweke".

### **1.2.2. Оборудования для формования стеновых изделий полусухим способом**

Вопросами разработки и создания специализированных комплексов для производства кирпича методом сухого прессования с различной степенью эффективности занимаются ряд фирм и организаций в дальнем и ближнем зарубежье. Среди них прежде всего следует отметить бельгийские фирмы «Сератек» и «Ситадоб», итальянскую «Джиза», американские фирмы «Терраблок» и «Р. Гросс», португальскую «Интерблок», российские НПО «Унитрон», НПО «Мысль», АО «Тест СДМ», НПО «Владис», НПО «Энергия»,



ОА «Промдонурал», НПО «Гидропресс», украинский ПК «Техносерв», казахстанская НПО «Стройиндустрия» и ряд других / 50, 51, 71, 76, 105/.

Анализ конструкций прессов отмеченных фирм показывает, что несмотря на значительное различие в конструктивных и технологических особенностях можно выделить основные элементы машин, необходимые для технологического процесса сухого прессования кирпича: механизм загрузки сырья в пресс-форму, прессующий механизм, пресс-форма, выталкивающий механизм и механизм удаления готового изделия.

Эти особенности проанализированы на отдельных конструктивных исполнениях прессов. По результатам анализа разработана классификация прессов для производства кирпича методом сухого прессования, позволяющая оценить каждую из известных конструктивных схем с точки зрения обеспечения параметров и показателей технологического процесса /2, 5, 9, 78/.

Из всех известных типов приводов, создающих высокие усилия при малых габаритах исполнительных органов наиболее предпочтительны механические и объемные гидравлические. При этом следует отметить известное преимущество гидравлических прессов. При равных габаритных размерах гидравлические прессы могут создавать более высокие усилия прессования по сравнению механическими. Кроме того в гидравлических приводах существенно проще осуществляется регулирование величины рабочей давлений жидкости и следовательно, усилий на рабочем органе механизма прессования. Для получения постоянства хода и при отрегулированной дозировке смеси предпочтение дается механическому приводу.

Пресс-формы для кирпича в существующих конструкциях машин могут устанавливаться на подвижном либо на неподвижном основании. Машины с подвижными пресс-формами типа револьверных станков имеют вращающийся ствол с несколькими пресс-формами и соответствующим количеством позиций. При повороте стола производится одновременно несколько операций на каждой из пресс-форм. Полный цикл соответствует повороту на один оборот. В прессах

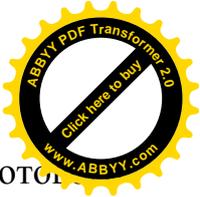


с неподвижным столом и одной пресс-формой операции следуют одна за другой с частичным совмещением. Очевидно, что револьверные прессы обладают большим быстродействием и, следовательно, более высокой производительностью, но имеют ограничения по силе прессования. Все их модификации («Сератек», «Мысль», «Джиза» и т.д.) имеют механический привод (см.рис.1.7).

Прессы с неподвижным столом характеризуется меньшим быстродействием, но способны развивать намного большую силу прессования по сравнению с револьверными. Все их разновидности («Технология», «Гидропресс», «Техносервис», «Кыбачи» и т.д.) имеют преимущественно объёмный гидравлический привод. Прессы этой группы эффективны в тех случаях, когда не требуется высокая производительность. Кирпич благодаря значительной величине давления прессования обладает повышенными механическими свойствами и не требует дополнительной обработки. Таким образом, по технологическому признаку классификации все существующие машины для прессования кирпича разделены на две группы: с поворотными или неподвижными столами.

Из конструктивных признаков выделен тип прессования, т.е. направление приложения силы на пресс-форму. Нижнее прессование предполагает воздействие на пресс-форму снизу, верхнее-сверху, горизонтальное – в горизонтальном направлении. Перечисленные признаки относятся к известным машинам. Разделение прессов по типу прессования связано с тем, что этот элемент является одним из основных, с двух точек зрения:

а) циклическое приложение динамических воздействий со стороны механизма прессования, высокая абразивность смеси и значительные силы трения, возникающие при выталкивании изделия из пресс-формы прессы предъявляют повышенные требования к прочности и износостойкости деталей пресс-формы;



б) характер протекания процесса прессования и выталкивания готового изделия, особенности взаимодействия элементов пресс-формы определяют качество изделия и правильность его геометрических размеров.

Эти условия в значительной степени определяют технико-экономические показатели пресса и его конкурентоспособность. Различие в типах прессования в основном касается взаимного расположения пуансона и матриц. Внешний пуансон при загрузке камеры прессования циклически, выходит из контакта с матрицей. Внутренний пуансон не теряет контакта с внутренней поверхностью камеры прессования. В первом случае прессовое оборудование в конструктивном отношении, технологичности изготовления, монтажа и демонтажа более просто. Однако при этом значительно ухудшаются эксплуатационные качества, поскольку в местах выхода из контакта пуансона и камеры прессования наблюдается их интенсивный износ и потеря формы. Внутренний пуансон делает конструкцию пресса более сложной. Однако постоянный контакт пуансона с камерой прессования значительно улучшает условия эксплуатации и повышает надежность и долговечность пресс-формы и пресса в целом.

Объединенные в каждой группе прессы разработаны и созданы различными фирмами, однако имеют некоторые общие структурные и конструктивные схемы и решения. Их отличительные особенности характерны только для соответствующей группы.

Первая группа - механические револьверные прессы. Одним из типичных представителей этой группы является пресс фирмы «Сератек» (Бельгия) /76/, принципиальная схема которого приведена на рис. 1.7.а. Пресс содержит поворотный стол, имеющий возможность вращения вокруг неподвижной вертикальной оси и фиксирующийся в трех позициях.

На столе смонтированы три пресс-формы, расположение которых соответствует позициям стола. В позиции 1 под пресс-формой расположен бункер-дозатор, в который подается формовочная смесь, под позицией II-прессующий механизм; под позицией III — механизм выталкивания.

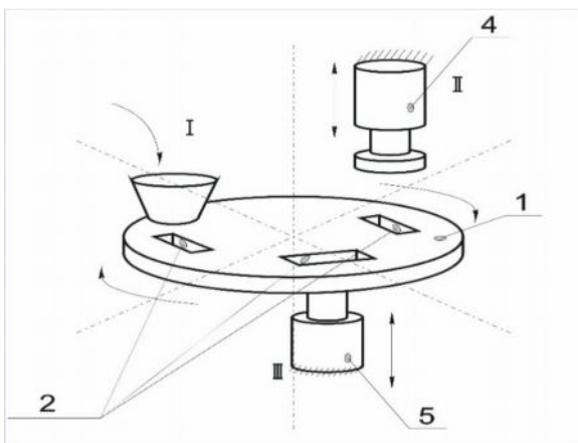


Рис. 1.7. а) Принципиальная схема прессы фирмы «Сератек»: I, II и III—соответственно позиции загрузки, прессования и выталкивания; 1—стол; 2—пресс-форма; 3—бункер; 4—механизм прессования; 5—механизм выталкивания.

Цикл работы прессы заключается в следующем. Из бункера дозатора загружается формовочная смесь в пресс-форму, находящуюся в позиции I. После этого стол поворачивается на  $120^\circ$ , и пресс-форма переходит в позицию II.

Происходит прессование смеси в этой пресс-форме и одновременная загрузка пресс-формы, находящейся в позиции 1. По окончании прессования и загрузки стол поворачивается на  $120^\circ$ , и пресс-форма переходит в позицию III. При этом происходит выталкивание изделия из этой пресс-формы, загрузка пресс-формы, находящейся в позиции I и прессование смеси в пресс-форме, находящейся в позиции II. В дальнейшем готовое изделие снимается со стола, и он повторяет поворот.

Конструктивные и технологические особенности второй группы прессов могут быть рассмотрены на примере прессы ОАО «Гидропресс» (Россия) /33/, схема которого представлена на рис. 1.7.б. Его составными элементами являются: неподвижный стол, по поверхности которого имеет возможность горизонтального возвратно поступательного движения, каретка с мерной емкостью, объем которой соответствует максимальному объему камеры прессования. По верхней поверхности каретка имеет контакт с горизонтальной неподвижной плитой.

В столе смонтирована пресс-форма с пуансоном, между которыми расположена камера прессования. Нижний конец пуансона связан с помощью шарнира со штоком механизма прессования. Для загрузки смеси в мерную емкость служит неподвижный бункер, циклически или непрерывно заполняемый сырьем.

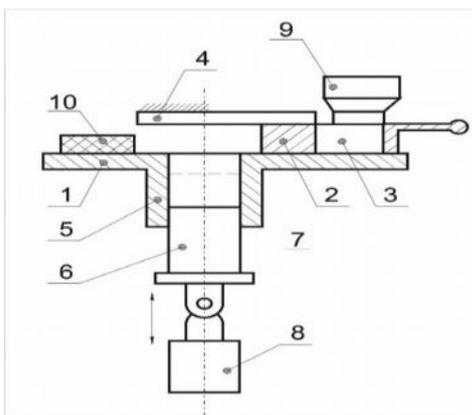


Рис.1.7.б) Принципиальная схема прессы НПО «Гидропресс» (Россия): 1 — стол прессования; 2 — каретка; 3 — мерная емкость; 4 — неподвижная плита; 5 — пресс-форма; 6 — пуансон; 7 — камера прессования; 8 — механизм прессования; 9 — бункер; 10 —

готовое изделие.

Конструкция отличается положительными свойствами: совмещены механизмы загрузки и удаления, а также прессования и выталкивания. Это дает возможность совместить полностью или частично операции цикла. Вместе с этим следует отметить, что в процессе движения каретка и пуансон имеют строго фиксированные промежуточные положения, что предъявляет особые требования к органу управления прессы и практически исключает ручное управление.

Гидравлический пресс фирмы «Р. Гросс» (США) определяет третью группу прессов для производства кирпича методом сухого прессования. Его принципиальная схема приведена на рис. 1.7.в. Шток горизонтального механизма прессования связан с пуансоном, расположенным в пресс-форме. Пресс-форма имеет камеру прессования, подвижное дно, имеющее возможность горизонтального возвратно-поступательного движения в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка. В верхней части пресс-формы имеется загрузочное окно и толкатели, возвратно-поступательное движение которого обеспечивается механизмом выталкивания. Под пресс-формой расположена неподвижная плита, по которой скользит упор, связанный со штоком механизма прессования. Над загрузочным окном установлен неподвижно загрузочный бункер-дозатор.

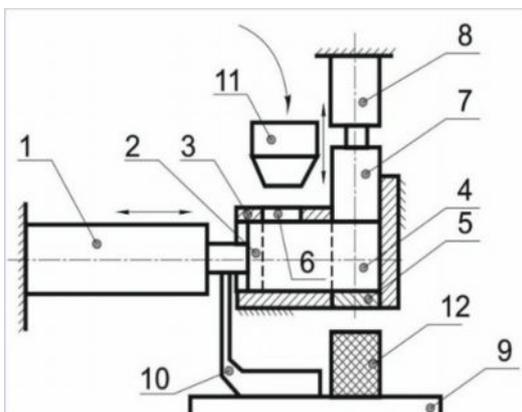


Рис1.7. в) Принципиальная схема прессы фирмы «Р. Гросс» (США) 1—механизм прессования; 2—пуансон; 3—пресс-форма; 4—камера прессования; 5—подвижное дно;



6—загрузочное окно; 7—толкатель; 8— механизм выталкивателя; неподвижная плита; 10—упор; 11—бункер-дозатор; 12—готовое изделие.

В исходном, состоянии пуансон находится в крайнем левом положении по отношению к пресс-форме, подвижное дно перекрывает камеру прессования, а толкатель находится в крайнем верхнем положении. Ограниченный объем смеси, соответствующий начальному объему пресс-формы, поступает через загрузочное окно из бункера в камеру прессования: после этого начинается цикл прессования: перемещение штока механизма-прессования вместе с пуансоном в правое положение. Формовочная смесь сжимается до предельного состояния. При достижении пуансоном крайнего правого положения шток механизма прессования останавливается, и подвижное дно выдвигается, открывая нижнее окно камеры прессования. Затем шток механизма выталкивания перемещается вниз, и толкатель выталкивает готовое изделие из камеры прессования. Одновременно с процессом выталкивания производится реверсирование механизма прессования, и шток вместе с пуансоном возвращаются в левое крайнее положение. После удаления готового изделия из камеры прессования подвижное дно перекрывает вновь нижнее окно камеры прессования, а механизм выталкивания изменяя направление движения штока, поднимает толкатель в исходное верхнее положение, в дальнейшем в камеру прессования подается новый объем смеси и цикл повторяется. При новом ходе штока в правое положение упор сдвигает готовое изделие по плите вправо и удаляет его из зоны прессования. Данная конструкция машины дает возможность совместить полностью операции прессования и удаления изделия, а также частичного

совмещения по времени других операций. Однако наряду с основным требуются дополнительные операции (открытие и закрытие нижнего окна камеры прессования), что значительно увеличивает продолжительность цикла.

Представителем четвертой группы прессов является гидравлический пресс «Жигертас» НПО «Стройиндустрия» (Казахстан) /32/. Его принципиальная схема (рис. 1.7. д) включает неподвижный горизонтальный стол прессования 1, на

котором смонтирована пресс-форма 2, состоящая из подвижной формы 3, неподвижной плиты 4, связанных пружинами 5, а также пуансона 6, непрерывно контактирующего с внутренней поверхностью подвижной формы. Совместно пуансон и подвижная форма образует камеру прессования 7. В исходном состоянии пуансон опирается на неподвижную горизонтальную плиту 8. Соосно пресс-форме снизу установлен механизм выталкивания 9, шток которого связан с пуансоном, а сверху механизм прессования 10, шток которого имеет нажимную плиту 11. Вдоль поверхности стола имеет возможность перемещения в горизонтальном направлении каретка 12 с мерной емкостью 13. Над ней установлен неподвижно загрузочный бункер 14.

Засыпающаяся непрерывно в бункер смесь заполняет объем мерной емкости, который равен объему камеры прессования. При перемещении каретки влево в конечное положение, мерная емкость располагается над камерой прессования, и смесь высыпается. Смесь, находящаяся в бункере, запирается, поскольку верхняя плоскость каретки перекрывает загрузочное отверстие бункера. Реверсирование движения каретки приводит к возврату мерной емкости под загрузочное отверстие бункера и заполнению ее смесью. Затем включается привод механизма прессования, его шток вместе с нажимной плитой опускаются вниз до контакта с верхним торцом подвижной формы и происходит перекрытие камеры прессования. При дальнейшем движении смесь в камере прессования уплотняется до конечной величины, а пружины сжимаются. С переключением механизма прессования на обратный ход его шток вместе с нажимной плитой движутся вверх, подвижная форма за счет сил упругости пружин также поднимается до совмещения верхнего торца с поверхностью стола.

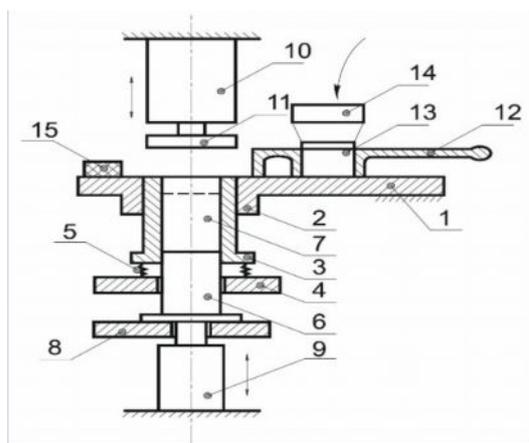


Рис. 1.7. г) Принципиальная схема пресса.  
 г) Принципиальная схема пресса «Жигергас»- (Казахстан); 1 — стол; 2 — пресс-форма; 3 — подвижная форма; 4 — неподвижные, плиты;



5—пружина; 6 — пуансон; 7 — камера прессования; 9 — механизм выталкивания; 10 — механизм прессования; 11 — нажимная плита; 12 — каретка; 13 — мерная емкость; 14 — бункер; 15—готовое изделие.

В дальнейшем включается механизм выталкивания, шток которого поднимает пуансон вместе с готовым изделием до верхнего крайнего положения, т.е. до совмещения верхней его плоскости с поверхностью стола. При включении механизма загрузки каретка вновь перемещается влево, механизм выталкивания переключается на обратный ход, шток его перемещает пуансон вниз, освобождая камеру прессования, в которую и засыпается смесь из мерной емкости. После достижения штоком нижнего крайнего положения цикл прессования повторяется.

Анализ выходных показателей рассмотренных модификаций гидравлических прессов показывает, что их силовые показатели различаются незначительно и определяется главным образом давлением рабочей жидкости. Основное различие наблюдается в производительности, которая определяется временем рабочего цикла и мощностью привода. Продолжительность рабочего цикла зависит от рациональности конструкции. При неизменных геометрических размерах прессуемого изделия величины конструктивных ходов гидроцилиндров практически неизменны, и время движения их штоков практически одинаково. Таким образом для анализа производительности прессов и потенциальных возможностей её увеличения следует рассмотреть возможность совмещения основных и дополнительных операций, т.е. циклограмму технологического процесса получения изделия.

### **1.2.3. Прессы для непрерывного формования изделий полусухим способом**

Самостоятельный интерес представляет интерес прессы с подвижными столами. Отличительной особенностью этих прессов является обеспечение непрерывности процесса формования изделия на подвижном столе, что



способствует повышению производительности. В отличие от револьверных прессов, рассмотренных выше, в них используют бесконечную приводную цепь, где крепятся формы с прессуемой смесью. Прессующие органы могут в зависимости от конструкции, осуществлять статическое или динамическое воздействие на прессуемую массу.

На начальном этапе стремились использовать те же принципы проектирования, что было заложено в основу прессов циклического действия [5, 7, 61, 98]. Так, например, отличительной особенностью установки для формования крупноформатных изделий статическим способом (рис.1.8) является использование специальных поддонов для формуемого изделия.

Работает установка следующим образом. При включении привода 14 пластинчатого транспортера 13, формуемая масса из бункера 1 захватывается торцовыми щитами 12, жестко закрепленными на пластинах формы транспортера, и подается под прессующую верхнюю плиту 3. По мере продвижения транспортера 13 на него укладывают поддоны 15. После подачи формуемой массы под плиту 3, пластинчатый транспортер останавливают и включают силовые цилиндры 16, перемещения клиновых башмаков 9, которые, перемещаясь вниз по наклонным направляющим 10, закрепленным на раме 11 пресса 2, заклинивают боковые щиты 7, бортоснастки 5 с торцовыми щитами 12. Затем включают гидродомкраты 17 для перемещения прессующей верхней плиты 3 вниз, при помощи которой осуществляют опрессовку формуемой массы. Далее гидродомкратами 17 перемещают плиту 3 в исходное положение, а силовыми цилиндрами 16 поднимают клиновые башмаки 9 в верхнее положение. Последние находясь в кинематической связи 8, с боковыми щитами 7 и помещенные в наклонных, направляющих 10, закрепленных на раме 11, расклинивают боковые щиты 7. После этого включают привод 14 пластинчатого транспортера 13, который при перемещении на один технологический шаг одновременно производит выгрузку отформованных изделий 18 из зоны формования и загрузку формуемой массы под прессующую верхнюю плиту 3

для повторного формования. Как видно из описания, данная установка совсем непрерывный, что сужает область его использования.

Аналогичный шаговый механизм использован в конструкции пресса для динамического уплотнения порошковых масс /35, 39, 41, 56, 88 /.

Установка для непрерывного формования строительных изделий работает следующим образом. Порошок из загрузочного бункера 1 ссыпается в форму, образованную пластиной конвейера 2, щитовой бортоснасткой 3 и щитами 4, установленными на пластинах конвейера.

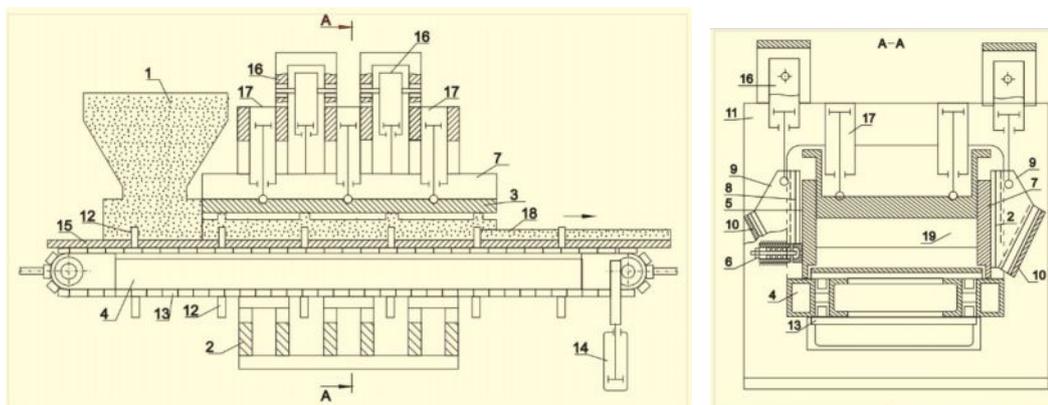


Рис. 1.8. Установка для формования крупноформатных изделий:

1 – бункер; 2 – пресс; 3 – прессующая подвижная верхняя плита; 4 – нижний неподвижный стол; 5 – бортоснастка; 6 – пружины; 7 – боковые подпружиненные щиты; 8 – кинематические связи; 9 – клиновые башмаки; 10 – наклонные направляющие; 11 – рама; 12 – торцовые щиты; 13 – пластинчатый транспортер; 14 – неподвижный нижний стол

Форма с порошком перемещается конвейером 2 на позицию прессования - под днище бункера. Включается электродвигатель 16 и через ременную передачу шкивы 14 приводят в синхронное вращение дебалансы 15, которые придают вертикально направленные колебания прессующему механизму 8.

Перемещение пустотообразователей 11 строго в отверстия днища 10 бункера 1 обеспечивается направляющими 18, а самого вибровозбудителя 12 за счет перемещения катков 20 по направляющим (см. рис.1.9). Во время колебания пустотообразователи 11 захватывают порошок и через отверстия в днище 10 бункера перемещают в форму и прессуют. По мере наполнения

формы весь прессующий механизм поднимается. Степень прессования и амплитуда колебаний зависят от массы установленного вибровозбудителя и дебалансов, суммарной площади поперечного сечения пустотообразователей и числа оборотов дебалансов. Датчик 29 устанавливается таким образом, что после наполнения формы и подъема прессующего механизма до определенной высоты включается привод копира 22 и конвейера 2. При повороте копира 22 коромысло 23 за счет пружины 26 поворачивается, а ролик 24 опускается. В результате толкатели 25 поднимают клиновые башмаки 7, днище 10 бункера, освобождая щитовую бортоснастку 3 и отформованное изделие от давления.

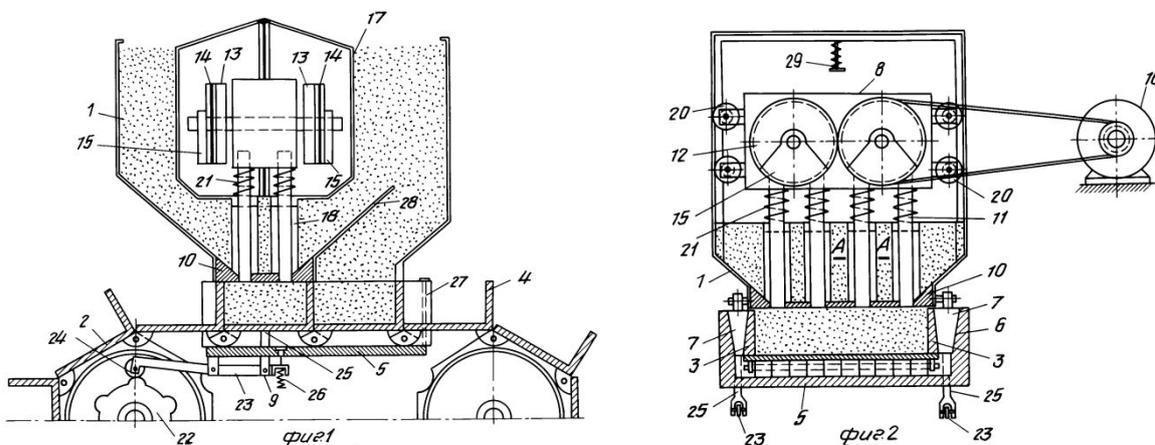


Рис. 1.9. Установка для непрерывного формования строительных изделий: 1 – загрузочный бункер; 2 – пластинчатый конвейер; 3 – щитовая бортоснастка; 4 – щиты; 5 – рама; 6 - наклонные направляющие; 7 – клиновые башмаки; 8 – прессующий механизм; 9 – механизм подъема; 10 – днища бункера 1 и прессующего механизма 8; 11 – пустотообразователи; 12 – вибровозбудители; 13 - синхронизирующие шестерни; 14 - приводные шкивы; 15 –дебалансы; 16 - ременная передача; 17 - корпус; 18 – направляющие; 19 - подъемные днища; 20 – катки; 21- пружины; 22 – копир; 23 – коромысла; 24 – ролики; 25 – толкатель; 26 – пружина; 27 – оси; 28 - направляющая; 29 - датчик включения конвейера.

Одновременно подъемное днище 10 бункера через направляющие 18 и пружины 21 поднимает весь прессующий механизм 8 и захват порошка



пустотообразователями прекращается. После снятия давления конвейер перемещается на величину ширины пластины конвейера.

Ролик 24 на копире поднимается, поворачивает рычаг 23, при этом клиновые башмаки 7, днище 10 бункера и прессующий механизм опускаются. Пустотообразователи опять начинают захватывать порошок и подавать его в форму и прессовать. Отформованные изделия после снятия давления перемещаются конвейером 2 из зоны прессования, щиты 4 во время поворота пластин конвейера на ведущей звездочке отходят от изделий, и освобожденные изделия скатываются вниз на приемный транспортер (не показан). Установка после настройки обеспечивает непрерывное автоматическое формование изделий из порошковых масс.

На рис. 1.10. приведена схема установки для прессования порошковой смеси методом укатки.

Устройство работает следующим образом. Формуемая смесь из бункера-питателя 1 в определенном количестве непрерывно подается в форму, при этом цепь 12 с пластинами 13 под воздействием ведущей звездочки 10 с необходимой скоростью перемещается между вертикальными продольными полками 18, опорных балок 17, под уплотняющий ролик 3, который, совершая одновременно возвратно-поступательное движение перпендикулярно направлению пластинчатого конвейера от приводного диска 9, через шатун 7, шарнирно прикрепленного к корпусу бункера-питателя 1 и пальцу 8, и вращательное движение вокруг собственной оси послойно уплотняет формовочную массу, поступающую слева и справа под уплотняющий ролик 3. Вращательное движение ролика 3 вокруг собственной оси осуществляется следующим образом. При возвратно-поступательном движении уплотняющего ролика 3 с бункером-питателем 1, шестерня 4, находящаяся в постоянном зацеплении с неподвижной рейкой 6 вращается и это вращение передается шестерне 5, насаженной неподвижно на ось ролика 3.

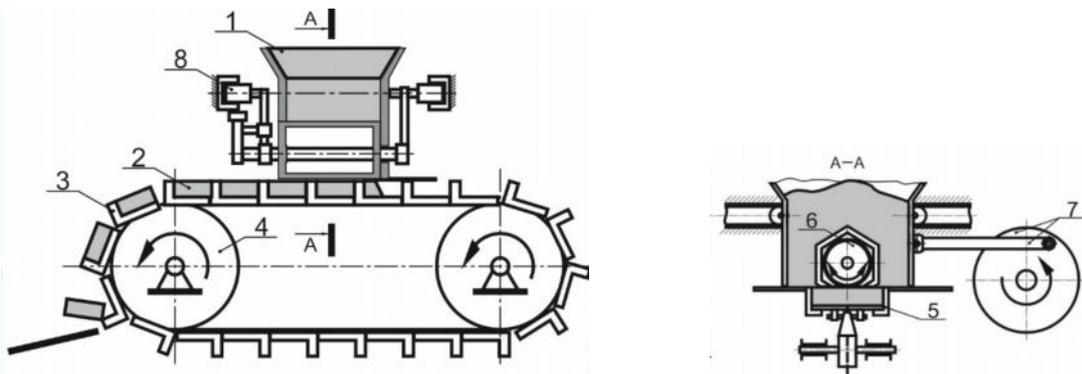


Рис. 1.10. Установка для непрерывного формования железобетонных изделий:  
 1 – бункер-питатель; 2 – формы; 3 – цепь с пластинами; 4 – ведущие звездочки;  
 5 – опорные балки; 6 – уплотняющий ролик; 7 – приводной диск с шатуном; 8 – палец.

Усилие уплотнения воспринимается горизонтальными полками 16 Г-образных балок 17, которые одновременно гарантируют горизонтальность и жесткость пластин 13 пластинчатого конвейера. При выходе пластины 13 с изделием, находящимся между вертикально-поперечными полками 14 данной и последующей пластин из зоны воздействия уплотняющего ролика 3, изделие обладает распалубочной прочностью, в результате чего отпадает необходимость в наличии боковых вертикальных полок (стенок) 18 Г-образных балок 17 и дальнейшая транспортировка изделия осуществляется лишь цепью 12 с пластиной 13 без контакта с вертикальными полками 18, которые имеют длину, ограничиваемую зоной действия уплотняющего ролика 3, тем самым механизуется операция распалубки продольных стенок формы. А при огибании натяжной звездочки 11 цепью 12 с пластиной 13 вертикально-поперечная полка 14 последующей пластины, являющейся задней стенкой формы, отстает от поверхности изделия, а само изделие за счет изменения действия силы тяжести сползает или опрокидывается с Г-образной пластины 13 на приемное устройство (не показано) и тем самым механизуется операция удаления изделия из формы. Далее гидродомкратами 17 перемещают плиту 3 в исходное положение, а силовыми цилиндрами 16 поднимают клиновые башмаки 9 в верхнее положение. Последние находясь в кинематической связи 8, с боковыми щитами 7, и помещенные в наклонных, направляющих 10,



закрепленных на раме 11, расклинивают боковые щиты 7. После включения привод 14 пластинчатого транспортера 13, который при перемещении на один технологический шаг одновременно производит выгрузку отформованных изделий 18 из зоны формования и загрузку формуемой массы под прессующую верхнюю плиту 3 для повторного формования.

Установка работает следующим образом (см.рис.1.11). Смесь из бункера 1 под действием собственного веса падает вниз и попадает в зону вращения лопастного ротора, размещенного в корпусе 2. Лопасти ротора 3 придают материалу повышенную скорость и он под действием центробежных сил направляется через выходной патрубок в зону действия следующего ротора, у которого скорость вращения выше, поэтому материал приобретает еще большую скорость и направляется под действием центробежных сил в зону действия третьего ротора, где материал приобретает максимальную необходимую скорость и под действием центробежных сил направляется через выходной патрубок 8 в пространство (форму), образованное неподвижными стенками 4, плоскостью рабочей ветви ленты конвейера 5 и 6. Частицы смеси достигая поверхности рабочей ветви ленты 9, теряют свою скорость и прижимаются к ней. На уложенные частицы с большой скоростью набрасываются другие и тем самым происходит нарастание слоя спрессованной смеси. Необходимая толщина уложенного спрессованного слоя регулируется подбором скорости движения

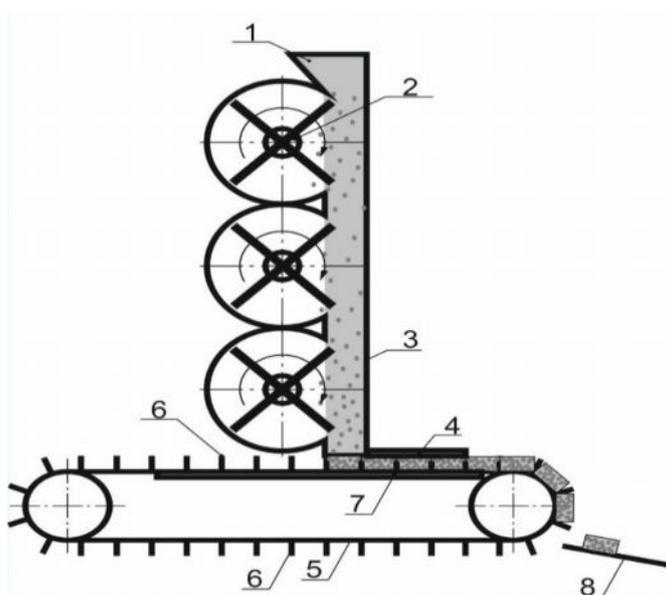


Рис 1.11. Установка для непрерывного формования изделий: 1 – бункер нагнетатель; 2 – корпус; 3 – лопастные роторы; 4 – опалубки с неподвижными боковыми стенками; 5 – ленточный конвейер; 6 –

поперечные планки; 7 – направляющая; 8 – приемный столик.  
 ленты, опирающейся на направляющую 7 конвейера 5. Верхняя часть уложенной в формы смеси доводится до правильной герметической формы прохождением под выглаживающей доской 9. После выхода спрессованного изделия из опалубки лента 4 огибает барабан конвейера 5, и происходит постепенный отход разделительных планок 6 и ленты от изделия. При дальнейшем повороте изделие средним торцом упирается на вперед идущую разделительную планку, а затем соскальзывает с нее на наклонный столик 10.

В следующем устройстве (см. рис. 1.12) в отличие от рассмотренного выше для формования изделий использован пуансон, имеющий кривошипно-шатунный привод.

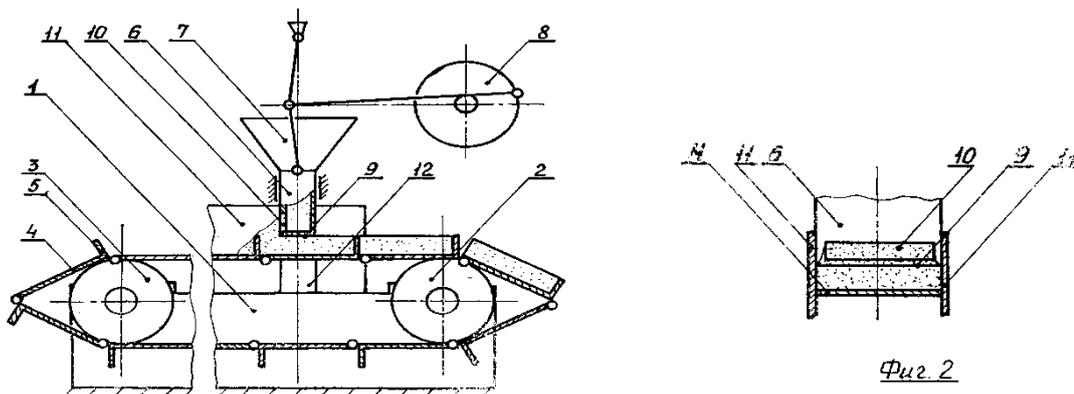


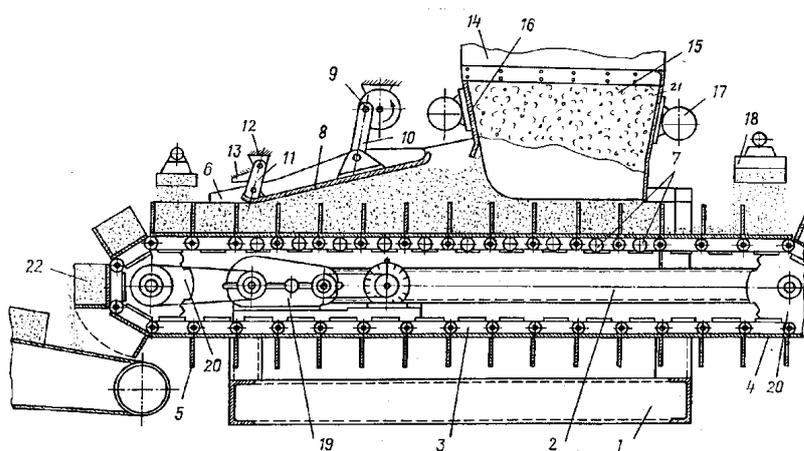
Рис.1.12. Устройство для формования изделий: 1 – рама; 2,3 – приводной и ведомый валы; 4 – элементы – днища цепи; 5 – поперечная боковая стенка; 6 – трамбовка; 7 – бункер; 8 – привод; 9 - рабочая поверхность трамбовки; 10 – выпускное отверстие; 11 – продольные боковые стенки; 12 – опора.

Устройство работает следующим образом. В бункер 7 засыпают глину и приводом 8 перемещают его вместе с трамбовкой в вертикальном направлении. Под воздействием инерционных нагрузок глина высыпается через выпускное отверстие 10 на днище 4. При заполнении глиной пространства под трамбовкой 6 рабочая поверхность 9 трамбовки уплотняет глину. По мере уплотнения глины под трамбовкой 6 приводным валом 2 перемещают цепь, уплотняя глину в объеме, заключенном между днищем 4, продольными боковыми стенка и 11 и поперечными боковыми стенками 5. Днище 4 с отформованным кирпичом

перемещают в направлении приводного вала 2 за пределы зоны, расположенной между продольными боковыми стенками 11. При взаимодействии с наружной поверхностью вала 2 днище поворачивается. При этом отформованный кирпич отделяется от поперечной боковой стенки 5, закрепленной на смежном днище и удерживается днищем 4 и закрепленной на нем поперечной боковой стенкой 5. По мере расхода глины из бункера 7 его заполняют вновь. Процесс формования кирпичей осуществляют непрерывно. Отформованные кирпичи извлекают из устройства при повороте днища 4, осуществляемом вследствие его взаимодействия с наружной поверхностью вала.

Для формования глиносырцовых камней равномерным обжатием смеси используется устройство, приведенное на рис.1.13.

Устройство содержит раму 1, на которой установлен конвейер 2 из непрерывно движущихся цепей 3 с установленными на нем формами. Формы выполнены в виде единого закрепленного на конвейере поддона 4 с закрепленными к нему торцовыми стенками 5 и неподвижно установленных на раме 1 боковых стенок 6. Верхняя часть конвейера 2 опирается на катковые опоры 7, установленные на раме 1. Вверху над конвейером 2 с наклоном в сторону его перемещения, подвешена плита 8 прессующего приспособления, имеющая кривошипный привод 9. Верхний край плиты 8 шарнирно соединен с шатуном 10



кривошипного привода 9, а нижний шарнирно посредством планок 11 соединен с неподвижной опорой 12. Движение планок 11 в сторону перемещения конвейера 2 ограничено упором 13.

Нижняя поверхность плиты 8 имеет гладкую поверхность. Над конвейером 2 установлен бункер 14, к нижней части которого прикреплена загрузочная воронка 15, на торцовых стенках 16 которой снаружи установлены



виброэлементы 17. По краям над конвейером 2 смонтированы вибросита например, для опилок. Конвейер 2 имеет привод 19 со звездочками 20.

Рис.1.13. Установка для формования изделий равномерным обжатием смеси

Устройство работает следующим образом. Сначала приводят в действие конвейер 2, виброэлементы 17 загрузочной воронки 15 и вибросита 18. Затем осуществляют непрерывную подачу формовочной массы 21, которая через загрузочную воронку 15 заполняет движущиеся на конвейере 2 формы. По мере движения в формах вдоль конвейера 2 формовочная масса 21 перемещается в зону уплотнения под плиту 8. Последняя под действием шатунов 10 кривошипного привода 9 сначала одной стороной опускается, уплотняя формовочную массу 21 в движущихся формах, затем, после прохода нижней мертвой точки кривошипного привода 9, под действием шатунов 10 плита 8 начинает перемещаться в сторону загрузочной воронки 15, скользя нижней поверхностью по формовочной массе 21, а затем без налипания на нее этой массы плита 8 поднимается одной стороной. После прохода верхней мертвой точки кривошипного привода 9 плита 8 шатунами 10 отводится в исходное положение до упоров 13 и опускается, заполняя формы формовочной массой 21 и приглаживая верхнюю поверхность формируемого изделия. Благодаря скольжению плиты 8 по формовочной массе 21 исключается налипание последней на плиту 8 в момент начала ее подъема.

Отформованные изделия 22 сверху присыпаются опилками из вибросита 18. В момент перемещения цепей 3 вокруг звездочек 20 формы раскрываются и отформованные изделия 22 одной торцевой стороной отрываются от торцевой стенки 5. Как только последние занимают наклонное положение, отформованные изделия 22 под собственным весом отрываются от поддонов 4



и боковых стенок 6 и, соскальзывая по торцовым стенкам 5, опускаются на ленточный конвейер 23. Далее цикл повторяется.

Таким образом, рассмотренные выше способы и устройства для формования изделий полусухим способом и устройства для их реализации позволяют судить тенденцию развития техники и технологии производства стеновых изделий из различного исходного сырья и сделать соответствующие выводы, сформулировать цель и задачи дальнейшего совершенствования конструкции и методов расчета формовочных машин (см. стр. 5).

### **Заключение к первой главе**

1. Проведен всесторонний анализ научных, конструкторско-технологических и патентных разработок в области создания и совершенствования, новых образцов прессового оборудования для получения кирпича из глиняных материалов с различными физико-механическими характеристиками. По результатам проведенного исследования установлены основные конструктивно-технологические решения по совершенствованию устройств для уплотнения полусухих и жестких пластичных материалов в прессах различной конструкции и назначения.

2. Показано, что при формовании изделий из глиняного сырья с различными физико-механическими характеристиками наиболее приемлемы прессовые установки, основанные на статодинамическом способе прессования. Для прессования изделий из таких масс с включением иных материалов и техногенных отходов предпочтительны динамическое или вибрационное формования изделий.

3. Установлено, что машины циклического действия и револьверные прессы имеют один существенный недостаток, заключающийся в выталкивании из пресс-формы отпрессованного изделия. При этом циклическое приложение динамических воздействий со стороны механизма прессования, высокая абразивность смеси и значительные силы трения, возникающие при выталкивании изделия из пресс-формы прессы предъявляют повышенные требования к прочности и износостойкости деталей пресс-формы. Кроме того,



характер протекания процесса прессования и выталкивания готового изделия. Особенности взаимодействия элементов пресс-формы определяют качество изделия и правильность его геометрических размеров.

4. Группа машин с непрерывным циклом прессования (револьверные или пресса с цепным форма-подающим органом) имеют более высокую производительность (1400-1600шт/ч), но генерируют значительно меньшие (не более 300 кН) усилия на рабочем органе и соответственно низки развиваемые давления в прессуемом материале, из-за чего ухудшаются качественные показатели получаемого кирпича. Исходная прессуемая смесь должна иметь высокий процент влажности, что требует дополнительной операции сушки кирпича. В этом плане более приемлем способ получения кирпича полусухим способом на основе статодинамического прессования.

5. При создании установок непрерывного формования изделий из порошковых масс более приемлемы на практике разъемные пресс-формы, а также способ приложения ударно-сдвиговых нагрузок, что позволяет исключить вышеперечисленные недостатки, присущие прессам циклического действия. Эти требования к конструкции прессового оборудования обуславливают разработку и создание нового пресса непрерывного действия. Непрерывность процесса обеспечивается за счет использования подвижного способа формования кирпичей. Исходя из вышеизложенного, сформулированы цель и задачи настоящего исследования.



## **ГЛАВА II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ГЛИНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРЕССАМИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

### **2.1. Разработка системной модели прессового оборудования**

Разработка и создание формовочных машин представляют собой процесс, включающий такие процедуры, как синтез структуры, выбор параметров элементов, анализ и принятие решения. Особенно важна начальная стадия проектирования, когда выбираются эффективный физический принцип действия, рациональное техническое решение и определяют оптимальные значения параметров. При этом исходя из предшествующего опыта создания аналогичных машин необходимо решать, какие свойства машины нуждаются в совершенствовании, какие показатели объекта должны быть изменены, как это повлияет на эффективность и качество машины в целом. Такое исследование позволяет устанавливать свойства в новой машине по сравнению с базовой, подлежащей улучшению и показатель, дающий определенный эффект по сравнению с базовой.

Специфика прессования изделий из полусухих смесей предполагает использование наряду с односторонним двустороннего прессования; помимо прессующего органа они содержат механизмы подачи прессуемой смеси в пресс-форму, извлечения и удаления отпрессованных изделий. Прессуемые изделия и используемые смеси имеют различные характеристики и физико-



механические свойства. Все это усложняет, делает многовариантной задачу выбора и обоснования параметров вновь создаваемой машины.

Для синтезирования параметров проектируемых машин использован системный подход, в основе которого лежит исследование объектов как сложной системы. Путем выделения ее основных подсистем и изучения функциональных и информационных свойств разрабатывается экономико-математическая модель (см. глава 4.1). Эта модель должна дать детальное описание процесса формования и соответствующих зависимостей между параметрами машины, обеспечивающими функциональные требования, предъявляемые к ней, и характеристиками формируемого изделия из полусухой или другой смеси.

Такой подход (разработанный проф. А. Асановым) к решению задачи обоснования параметров создаваемой машины обладает достаточной общностью в постановке исследования и позволяет в каждом конкретном случае проводить оптимизацию только требуемых параметров, что снижает трудоемкость проводимых работ. С другой стороны имеется возможность оценить все варианты конструкции машин по выбранному критерию. Это основной этап при проектировании формовочных машин, на котором базируются все остальные типовые расчеты, производимые при создании технологических машин. Используя эти принципы рассмотрим разработку структурной схемы и системной модели объекта исследования.

Рассматриваемая группа прессов несмотря на единство признака – использование бесконечной приводной цепи, с закрепленными формами с прессуемой смесью, отличаются между собой. Аналитический обзор существующих конструкций таких установок для формования изделий (см. главу 1) показал, что на начальном этапе разработчики стремились использовать те же принципы проектирования, что было заложено в основу прессов циклического действия, т.е. прессование вибрацией, укаткой сдавливанием и ударом. При этом механические системы подачи прессуемой



массы, ее прессования, перемещения отформованного изделия могут быть многовариантными.

Очевидно, что для получения спрессованных тел с заданными характеристиками: прочностью, плотностью, сопротивлением ударным нагрузкам, истираемости и др. необходимо создать заданное давление прессования, обеспечивающее межконтактное сцепление частиц и соответствующие прочностные показатели /18, 23, 37/.

В коленно-рычажных, штемпельных, револьверных, гидравлических и других прессах это достигается за счет заданного хода прессующего органа пуансона, штемпеля или плунжера, обеспечивающих необходимую степень уплотнения материала, соответственно – давление прессования. В исследуемых прессах необходимое давление прессования может быть достигнуто только лишь при обеспечении заданной исходной (перед прессованием) плотности ( $\rho$ ) шихты перед подачей ее в прессовое пространство, которое, в зависимости от конструктивного исполнения могут отличаться между собой.

Неоднократные практические попытки формовать в таких прессах различные техногенные материалы: золы, пылеунос сушильных и обжиговых агрегатов, отходы деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности без связующего, поризованные пылевидные и порошкообразные материалы с низкой насыпной массой, такие как перлит, вермикулит и др. к положительным результатам не привели.

Все это создает предпосылки для изучения процессов движения потоков смеси в рабочей зоне прессования, воздействия прикладываемых усилий, на достижение сырцово́й прочности формируемого изделия и поиска путей совершенствования механизма прессования различных материалов в прессах подвижного формования кирпичей и подобных им изделий /28, 29, 53, 54, 67/. Такие конструкции прессов для формования изделий из полусухой массы (см. п 1.3), несмотря на конструктивные отличия состоят из единых функциональных подсистем, требующие выделения и дальнейшего изучения. К ним относятся следующие:

- силовая установка и привод;
- рабочий стол с пресс-формами;
- прессующие органы;
- механизмы подачи смеси и удаления отформованного изделия;
- вспомогательные механизмы или узлы.

Структурная схема прессы, приведенная на рисунке 2.1, отражает особенности рабочего процесса, который включает подачу и заполнение смесью пресс-формы, прессование, упрочнение и придание формы изделию, отделение отпрессованного изделия от формы и удаление ее из зоны прессования. Рабочий орган состоит из приводного механизма с пуансоном воздействующего на смесь в пресс-форме.

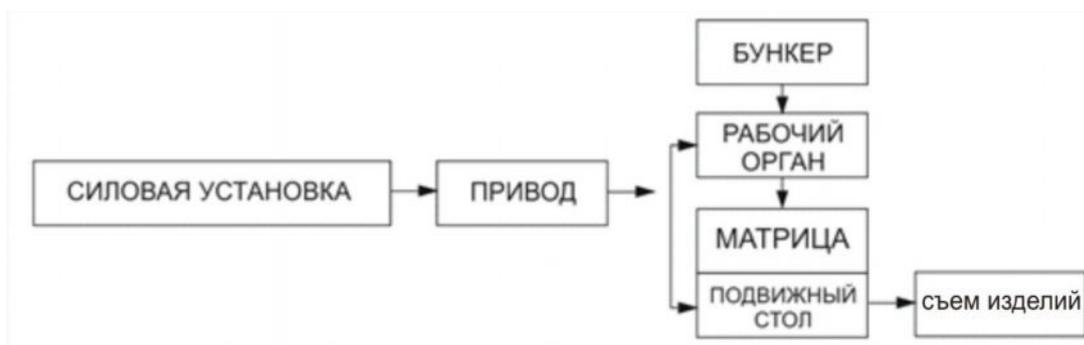


Рис. 2.1. Структурная схема прессы.

В качестве силовой установки и привода в большинстве случаев применяют электродвигатели с механической передачей или с гидрообъемной системой. Подвижность рабочего стола обеспечивается пластинчатым конвейером, на котором монтируются разъемные пресс-формы. Прессующее устройство в зависимости от силового воздействия на прессуемую массу может быть статического или динамического действия. Перед прессующим устройством размещается загрузочный бункер со смесью. Для улучшения подачи смеси в пресс-формы могут использоваться различные вспомогательные механизмы или узлы, например, механизмы подпрессовки, сглаживания и смачивания поверхностей и т.п.

Для составления системной модели объекта исследования учитываются также реологические и другие свойства прессуемой смеси, параметры



формуемого изделия, технологические режимы процесса прессования, характеристики системы привода.

Параметрами входа рассматриваемой системы являются:

- свойства прессуемой глинистой полусухой смеси:  $\rho$  - плотность смеси;  $W$  - влажность;  $\alpha_{в.т}$ ,  $f$  - углы внутреннего и внешнего трения; гранулометрический и химический составы;  $\sigma$  - напряжение глины при сдвиге;  $\varphi$  - пластичность глинистого сырья;

- технологические характеристики изделия:  $c$  - геометрические параметры;  $h_3$  - глубина засыпки формы смесью;  $\sigma_c$  - прочность сырца;  $\rho_c$  - плотность;

- параметры процесса:  $V$  – скорость;  $F$  - сила прессования и характер приложения;  $\Delta h$  - величина осадки прессуемой смеси;  $K_b$  - коэффициент бокового распора;

- характеристика двигателя:  $N$  - мощность;  $n_d$  - частота вращения; тип двигателя;  $M_{м.м}$  - масса металлоконструкции.

- параметр управления;  $F(Y)$ -функция оператора.

Элементы системы объединены внутренними функциональными связями, отражающими взаимодействие отдельных элементов и раскрывающими сущность рабочего процесса формовочного пресса рис.2.2.

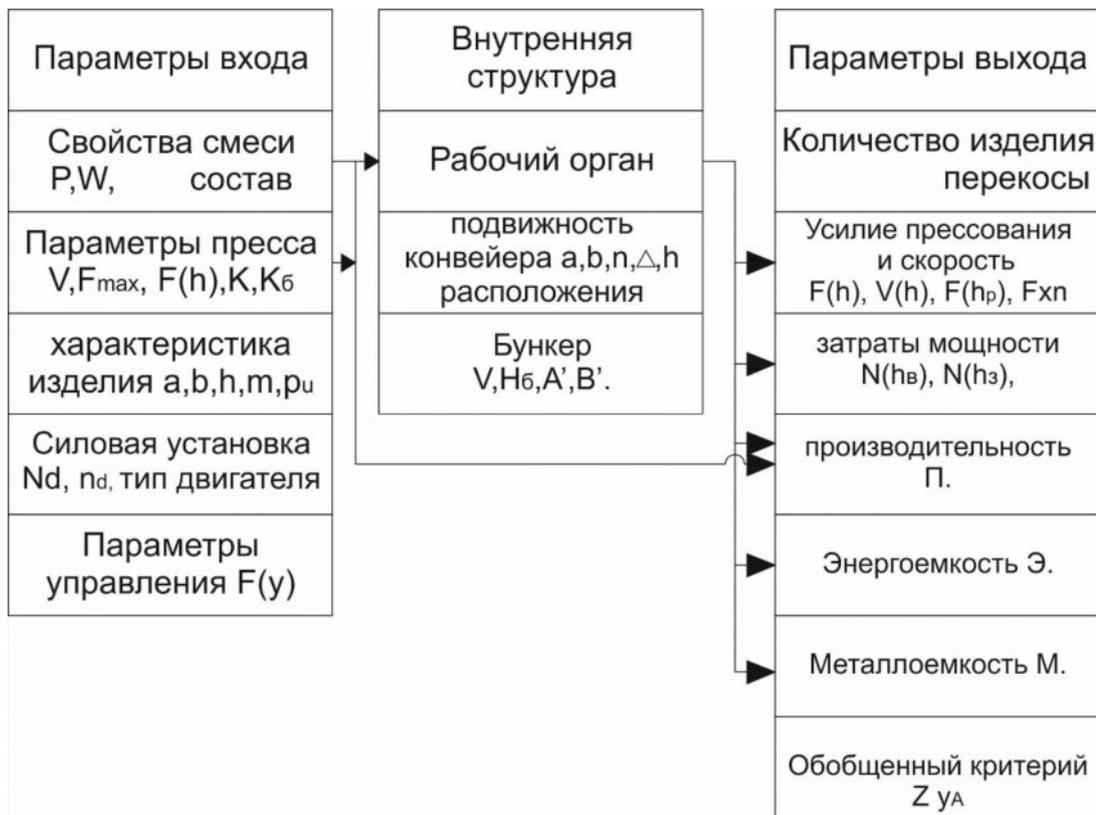


Рис. 2.2. Системная модель формовочной машины

Внутренняя структура включает следующие основные подсистемы: рабочий орган, который состоит из подсистем: пуансон:  $a$  - ширина,  $b$  - длина,  $n_p$  - высота регулирования.

Система привода:  $F_m$  - усилие прижима кривошипно-шатунного механизма,  $i$  - передаточное отношение,  $V_k$  - скорость перемещения конвейера,  $\eta_0$  - КПД.

Система автоматического регулирования:  $F_{y,п}$  - усилие на прессующем элементе и давление  $P_d$ , создаваемый кривошипно-коромысловым или иным механизмом.

Параметры выхода представляются в виде критериев эффективности нижнего ранга, обобщенных критериев и критериев высшего ранга.

Критерии низшего ранга:

- усилие прессования:  $F(h), F(h_p)$ ;

- качество прессования:  $\sigma_u$  - сырцовая прочность,  $\rho_u$  - плотность от сформированного изделия;



- мощность:  $N_U$ -установочная мощность на прессующем механизме

$N_3$  — мощность механизма перемещения конвейера.

Обобщенные критерии:

П - производительность;

М – металлоемкость;

Э - энергоемкость.

Критерии высшего ранга:

$Z_{y.l}$ —удельные приведенные затраты.

Технологические параметры кирпича оказывают влияние на выбор режима работы, способ приложения усилия, определяют основные усилия прессования, мощность, производительность и др. Взаимодействие рабочего органа со смесью определяет технологические усилия, качество отформованного изделия, рабочего органа с приводом, установочную мощность привода; функциональные параметры прессующего механизма. В системе имеются обратные связи. Вид рабочего органа через реализуемые усилия прессования, затраты мощности и производительность влияет на выбор мощности силовой установки, режима работы привода и т.д. Данная модель позволяет выделить ряд основных систем и подсистем (см. рис. 2.3), определяющих процесс работы формовочной машины для изготовления кирпича полусухим способом: «свойство смеси–технологические параметры изделия–рабочий орган», «рабочий орган–система привода» и др. Они и явились предметом исследования в настоящей работе.

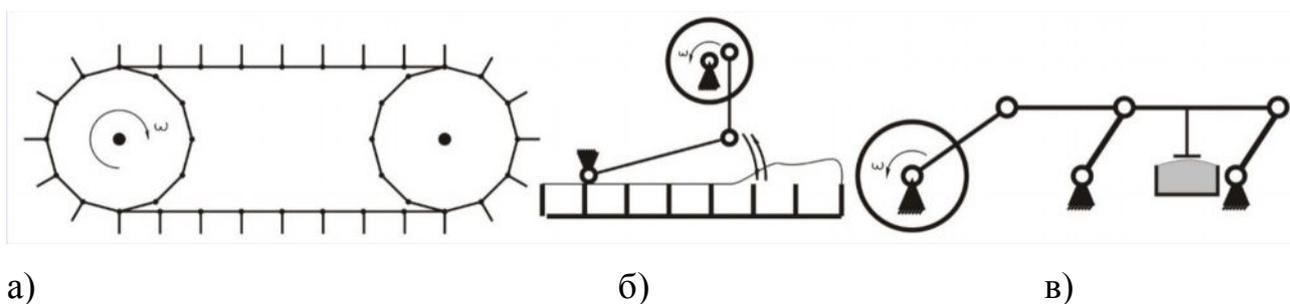


Рис. 2.3. Основные системы и подсистемы формовочной машины: а) цепная передача; б) уплотняющая плита; в) кривошипно коромысловый механизм.



## 2.2. Исследование процесса формирования смеси и обоснование параметров уплотняющего механизма прессы

Метод формирования полусухой смеси, режимы работы формовочного оборудования в значительной мере определяют качество изделий, поскольку именно при формировании закладывается первоначальная структура материала, прочность и долговечность /51, 57, 88, 99/.

Стеновой кирпич желательно изготавливать из полусухой или жестко-пластичной массы. При этом в последующих переделах исключается такая энергоемкая операция как сушка, сокращается время получения готового изделия и повышается его качество. Но несмотря на очевидные преимущества полусухих смесей перед пластичными, широкое применение их сталкивается с трудностями, связанными с техническими возможностями существующего формовочного оборудования, в особенности средств уплотнения /37/.

В результате проведенного анализа установлено, что наиболее распространенный способ экструзионного формирования изделий весьма эффективный для уплотнения пластических смесей, но недостаточно пригоден для жестких и полусухих смесей в силу их высокой структурной вязкости и большого внутреннего трения. Из других способов практически пригодными для эффективного уплотнения таких смесей являются статические и динамические: прессование, штампование, прокат, трамбование и вибропрессование.

Во всех перечисленных выше способах преобладают деформации сжатия и растяжения, создающие в материале аналогичные напряжения. Напряжения сдвига (касательные) являются производными от действия нормальных и как правило, имеют незначительную величину. В то же время исследования свидетельствуют, что для получения высокой плотности структуры прессуемых смесей требуется создание в материале наряду с нормальными напряжениями касательных, т.е. сдвига, причем значительного. Это в прессовых оборудовании может быть достигнуто применением уплотняющих устройств разной конструкции. Такие устройства, в сочетании с подвижным



формованием, что достигается путем использования конвейеров вращающихся столов, обеспечивают нужный технологический режим получения качественных изделий.

Все это привело к совершенствованию конструкции и методов их расчета. На рис. 2.5. приведены выбранные нами варианты схемного оформления структуры таких устройств с применением подвижного формирования кирпича. Отличительной особенностью этих схем уплотняющих механизмов является то, что оба варианта обеспечивают непрерывное изменение структурно-механических свойств тиксотропных превращений смеси. На целесообразность уплотнения смесей низкочастотной вибрацией с большими значениями амплитуды колебаний для преодоления внутренних трений между частицами указывалось в работах Р.С. Иоффе, С.Г. Силенок А.В. Туренко, и других авторов [94, 31, 57]. Схемы отличаются между собой размещением относительно направления движения цепи конвейера, где крепятся разъемные пресс-формы, а также частотой воздействия на прессуемую смесь, в первой схеме частота колебаний за один оборот кривошипа вдвое меньше чем во второй. Отсутствие данных по рациональным режимам прессования и напряженно-деформированному состоянию полусухих смесей, что затрудняет выбор размеров и рациональных параметров устройств подвижного формования и обуславливает дальнейшее изучение этих вопросов для принятия обоснованных рекомендаций на практике.

Обоснование основных параметров устройств, работающих при вибрационных или ударных воздействиях проведены в работах И.Ф. Руденко, А.А. Асанова [6, 77]. Однако создание ударных механизмов при уплотнении глиняных «жестких» или полусухих смесей имели недостаточную эффективность уплотнения и требуют дальнейших исследований. Повышение эффективности оборудования целесообразно решать с одновременным улучшением полезности динамических воздействий, с учетом их влияния на внутренние изменения структуры уплотняемых смесей при уплотнении.

Расчетная схема динамической системы на примере кривошипно-шатунного механизма представлена на рис. 2.4. Схема составлена с учетом линейности и приближенного метода расчета, приемлемого для практических целей.

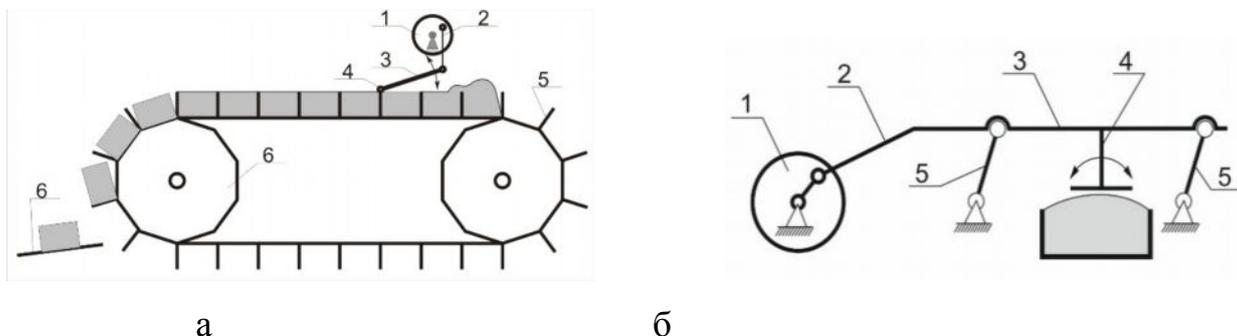


Рис. 2.4. Схемное оформление ударных механизмов кривошипно-шатунного (а) - кривошипно-коромыслового; (б) - типов для подвижного формирования кирпича полусухим способом: 1 – кривошип; 2 и 3 – шатун; 4 – пуансон; 5 – коромысло; 6 – конвейер; 7 – склиз.

### 2.3 Расчет параметров цепи прессы непрерывного действия

Описание и общий вид разработанного нами конструкции подобного прессы была приведена ранее (см.рис. 2.4) отличительной особенностью прессы, является то, что в нем осуществляется комбинированное прессование порошковой смеси путем предварительного уплотнения валиками, смонтированными над конвейером с формами и трамбования плитой, имеющий кривошипно-коромысловый привод. Кроме того, скорость цепной передачи конвейера при огибании приводной звездочки не останется постоянной. Это объясняется тем, что приводной элемент представляет собой многогранник и звено цепи при набегании на него располагается по хорде, а не по окружности, которую описывает зуб звездочки. При этом цепная передача служит источником вибрации.

Рассмотрим данный процесс. Как уже отмечено выше, процесс движения цепи будет пульсирующим (см. рис. 2.5), ускоренным на участке А и Б, замедленным на участке В и С. Скорость движения цепи зависит от угла

поворота ведущей звездочки  $\omega_{в.з.}$ , т.е. от мгновенного радиуса вращения  $R(\varphi)$ , который можно описать периодической функцией с периодом  $2\varphi_1$ .

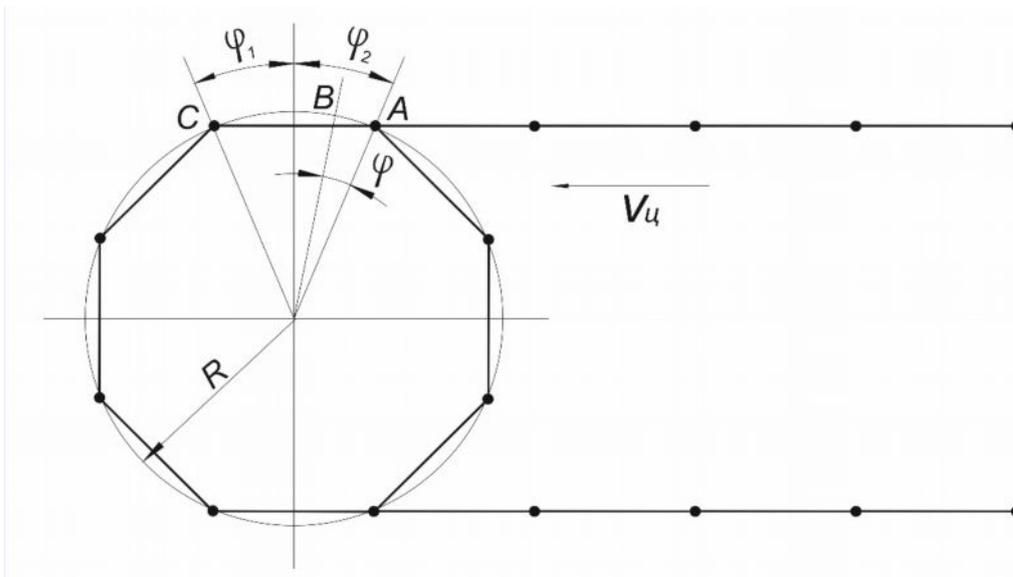


Рис. 2.5. Расчетная схема цепного вибровозбудителя колебаний

Функция  $R(\varphi)$ , является периодической функцией с периодом  $\omega^{-1}$ , отличным от  $\omega_{в.з.}$ . Разлагая эту функцию в ряд Фурье, определив коэффициенты при слагаемых, можно найти периодические изменения мгновенного радиуса вращения в зависимости от геометрических параметров, частота вращения  $\omega_{в.з.}$ , число зубьев  $z$  звездочки, угла поворота  $\varphi_{в.з.}$  звездочки и времени  $t$ . Ограничив полученное выражение тремя членами разложения можно определить пульсирующую скорость движения цепи по формуле:

$$v = \omega_1 \cdot R_1(\varphi) = R \cdot \omega_1 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{z_1}\right) + R \omega_1 \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{z_1}\right)\right] \cdot \left[\frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi} \left(\frac{\cos(z_1 \cdot \omega_1 \cdot t)}{3} + \frac{\cos(2z_1 \cdot \omega_1 \cdot t)}{15} + \frac{\cos(3z_1 \cdot \omega_1 \cdot t)}{35} + \frac{\cos(4z_1 \cdot \omega_1 \cdot t)}{63}\right)\right]; \quad (2.1)$$

Эта скорость называется колебанием цепи при перемещении.

В результате расчета с использованием Mathcad получили следующие данные, которые представлены на рис. 2.6. виде графиков зависимостей мгновенных виброколебаний скорости (мм/с) цепи от времени (в данном рисунке приведено только одна часть графика). Из полученного графика можно наблюдать, что с течением времени появляющиеся виброколебания цепи уменьшается и становится установившимися или колебания цепи затухает.



Расчетные данные скорости движения цепи с виброколебанием (в пол объеме) от времени приведено в приложении 3.

Следующим вопросом, подлежащим исследованию, является динамика прессующего механизма прессы.

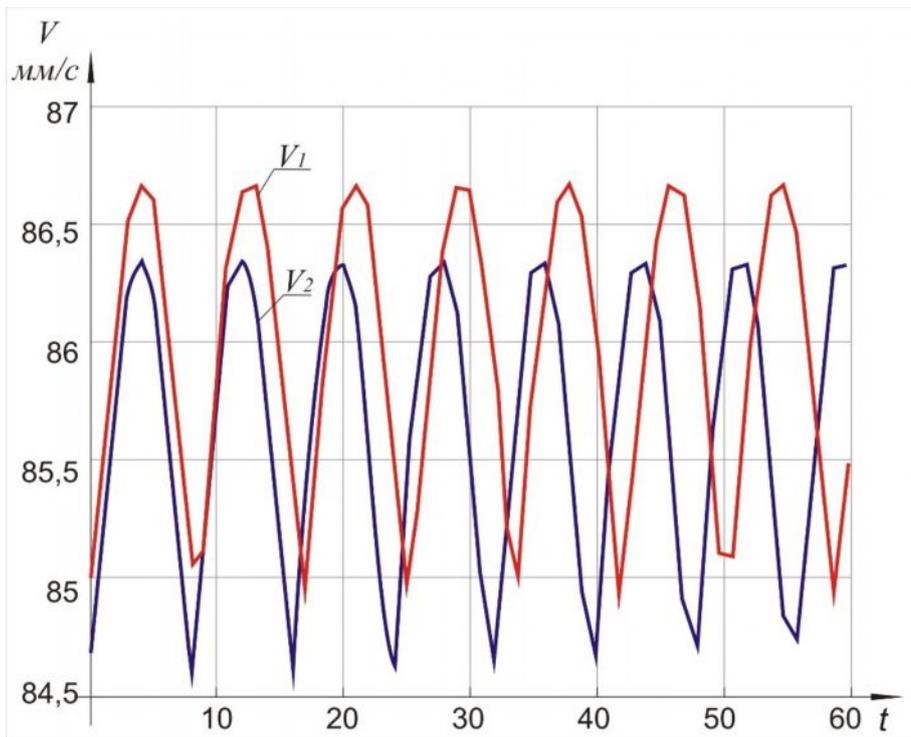


Рис. 2.6. График зависимости мгновенной виброколебаний скорости  $v$  (мм/с) цепи от времени  $t$ .

Рассматриваемая кинематическая схема прессы относится к классу машин с жесткими звеньями. Схема включает в себя двигатель, передаточный и исполнительный механизмы. При разработке динамической модели машину можно представить в виде одной массовой схемы с приведенным моментом инерции, зависящий от обобщенной координаты.

На эту массу действует приведенный момент инерции действующих сил  $M_d$  и приведенный момент сил сопротивления  $M_c$ .

В качестве звена приведенная в рассматриваемом прессе с жесткими звеньями примем вид приводного двигателя, а обобщенной координаты – угол его поворота  $\varphi_{в.з.}$ . Тогда для исследуемой кинематической схемы приведенный



момент инерции можно представить известными формулами из теоретической механики, поэтому здесь они не рассматриваются.

Положение точки А до точки В до С. Скорость движения цепи зависит от угла поворота ведущей звездочки  $\varphi_{в.з}$ , т.е. от мгновенного радиуса вращения  $R_1(\varphi)$ , который можно описать периодической функцией с периодом:

$$\varphi_1(\varphi) = R \cos(\varphi_1 -) \text{ при } -\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_{01}; \quad (2.2)$$

В соответствии принятыми допущениями имеем: перемещение формы происходит вдоль оси x, а масса m колеблется относительно шарнира 1. Все массы сосредоточены в центрах тяжести; опоры и места креплений не деформируемы, а деформация элементов происходит по линейному закону.

Уравнения движения трамбуемой плиты и рамы крепления, представленного в виде:

$$\left\{ m_1 \ddot{y}_1 + \frac{J_1}{R_1} \ddot{y} - K_1(y_{01} - y_1 - y_2) + K_H y_1 = \frac{1}{2} \tau_c \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1 \right\} \quad (2.3)$$

$$m_1 \ddot{y}_1 + k_2 y_2 + k_1 (y_{01} - y_1 + y_2) - k_{01} y_1 = 0;$$

где  $m_1$  и  $m_2$  - массы соответственно плиты и рамы;  $y_1, y_2$  - перемещения трамбуемой плиты и рамы;  $y_{01}$  - перемещения эксцентрикового вала;  $y$  - момент и инерции массы плиты  $m_2$  относительно оси проходящих через центр масс перпендикулярно к плоскости движения плиты; радиус инерции плиты  $\varphi_{ф.у}$  - фазовой угол наворота;  $k_{01}, k_1$  и  $k_2$  - жёсткости упругих связей соответственно пружины, шатуна и рамы.

Величину перемещения, прессующего органа по вертикали определим по формуле:

$$y_{01} = r \cdot \cos \omega_1 t_1; \quad (2.4)$$

где r - длина кривошипа;  $\omega_1$  - угловая скорость кривошипа;  $t_1$  - время отсчета.

В виду малости  $\varphi$  имеем  $\varphi = \text{tg} \varphi$  и  $\varphi'' = \ddot{y}_{2/R}$ , подставляя эти значения в уравнение (1), имеем:



$$\begin{cases} m_1 y_1 + \frac{J_1}{R_1^2} \ddot{y}_1 - k_{01} y_1 + k_1 y_1 - k_1 y_2 + k_{02} \cdot y_1 = \frac{1}{2} \tau_C \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1 \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_2 y_2 + k_1 y_{01} - k_1 y_1 + k_1 \cdot y_2 - k_{01} \cdot y_1 = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

Складывая уравнения этой системы, имеем:

$$(m_1 + \frac{J_1}{R_1^2}) \ddot{y}_1 + m_2 \ddot{y}_2 + k_2 y_2 = \frac{1}{2} \tau_C \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1; \quad (2.6)$$

На практике, при создании прессы конструкцию рамы усиливают. В этом случае жесткостью рамой конструкции можно пренебречь. Тогда уравнение 2.6 упрощается и принимает следующий вид:

$$(m_1 + \frac{J_1}{R_1^2}) \ddot{y}_1 = \frac{1}{2} \tau_C \cdot F_T \cdot \sin \omega_1 t_1; \quad (2.7)$$

При этом необходимо соблюдать условия  $m_2 \gg \omega_1$ , и  $A_1 \gg A_2$ , где  $A_2$ - амплитуда колебания рамы.

Под действием поверхностных статических и динамических воздействий и сил тяжести смесь приводится в напряженное состояние и деформируется. Предельная величина абсолютной деформации для достижения теоретической плотности  $\rho_T$ , определяется зависимостью:

$$\Delta h_{np} = \frac{\rho_T \cdot S_{н.ф} \cdot H_0 - I_{н.с}}{\rho_T \cdot S_{н.ф}}; \quad (2.8)$$

где  $S_{н.ф}$  - площадь формируемого изделия;  $H_0$  - начальная высота столба смеси;  $I_{н.с}$  - навеска смеси.

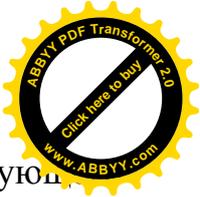
Предельная относительная деформация (коэффициент осадки):

$$E_{np} = h_{np} / H_0; \quad (2.9)$$

Связь коэффициента уплотнения с достигнутой величиной деформации  $E$  и предельной деформации установленного в виде:

$$K_y = \frac{1 - E_{np}}{1 - E}; \quad (2.10)$$

Такая плотность может достигнута в случае возникновения в уплотняемой смеси динамического давления  $T$ , реализация которого достигается действием силы тяжести, статической и динамической нагрузками.



Размер прессующей плиты по ширине определяется длиной формуемого изделия в разъемной форме, смонтированной на пластинчатом конвейере, а по длине равно  $2 \div 3$ :

$$I = v_{п.к} \cdot t \geq 2b; \quad (2.11)$$

где  $v_{п.к}$  - скорость выдвижного пластинчатого конвейера,  $t$  - время уплотнения;  $b$  - ширина изделия.

Напольная высота уплотняемого слоя равной высоте формуемого изделия может быть определено по формуле:

$$H_0 = \frac{h}{1 - K_0}; \quad (2.12)$$

Возникающее в смеси динамическое давление определяется действием силы и тяжести, статической нагрузкой:

$$\tau = \tau + \tau_{ст} + \tau_d = \tau_A / K_{пр}; \quad (2.13)$$

где  $\tau$  - давление силы тяжести;  $\tau_{ст}$  - статическое давление на смесь со стороны плиты;  $K_{пр}$  - коэффициент превышения сырцовая прочности изделия;  $\tau_A$  - сырцовая прочность изделия;  $\tau_d$  - давление от действия кривошипно-шатунного механизма плиты.

Давление от действия кривошипно-шатунного коромыслового механизма плиты переменная, зависит от угла установки прессующей плиты и вызывает усилие сдвига прессуемой смеси в горизонтальном направлении.

Синтез уплотняющих устройств подвижного формования целесообразен на основе изменяющихся нагрузок, реализация которого возможна с помощью одного или нескольких исполнительных элементов.

Конструктивное исполнение таких дифференцированных режимов базируется на принципе суперпозиции, а аналитические зависимости механических воздействий описываются соответствующими уравнениями (2.4) – (2.12), составляющей суть математической модели объекта исследования с уплотняющим органом кривошипно-шатунного коромыслового типа. Очевидно, что при использовании такого рабочего органа может наблюдаться



выпирание какой-то части прессуемой смеси, что обуславливает постановку проведения экспериментальных исследований.

#### **2.4. Динамическая модель кривошипно-шатунного коромыслового ударного механизма прессы для формирования штучных изделий**

Для проведения динамического анализа в неустановившемся режиме работы выделенных выше механизмов наиболее приемлем для таких системный метод, предложенный в работе [17, 24, 29]. Динамический анализ работы таких механизмов и систем, согласно методу, проф. Э.М. Кудрявцева включает ряд этапов:

- построение в соответствии со структурной схемой машины или его частей размеченного графа состояний;
- создание математической (динамической) модели, описывающей динамику работы исследуемого объекта;
- определение параметров и характеристик двигателя;
- определение исходных данных и их приведенных значений к валу двигателя для всех движущихся сил;
- динамический анализ объекта исследования в одной из систем инженерного анализа;
- обсуждение результатов динамического анализа.

Объект исследования – кривошипно-шатунный коромысловый механизм, в соответствии с компьютерной моделью, приведённой на рис.2.4. включает в себя двигатель, механическую передачу планетарного типа и исполнительный орган в виде шатунно-коромыслового механизма. Он относится к механическим приводам, состоящих из совокупности вращающихся тел для получения на выходе определенных соотношений между вращающим моментом –  $M_{в.р}$  и скоростью исполнительного органа –  $\omega_{и.р}$ , представляющего шнековый механизм, который совершает удар при динамическом уплотнении полусухой сыпучей среды в пресс-форме прессы.

Первый этап – создание размеченного графа состояния ударного механизма в неустановившемся режиме работы рис. 2.7.

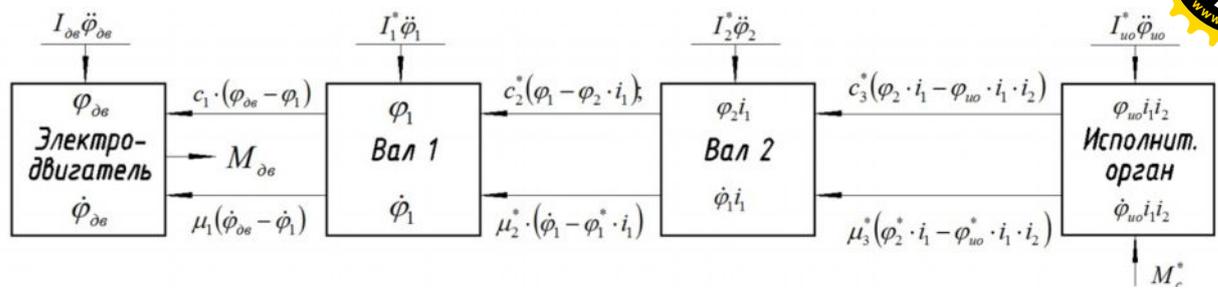


Рис. 2.7. Динамическая схема работы механизма подачи угля в виде размеченного графа состояний, взаимодействующих тел

Прямоугольник графа – это тело исследуемого механизма уплотнения со своими кинематическими и динамическими параметрами. Стрелки, входящие или выходящие из прямоугольника, это действующие моменты для тел вращения, они определяют собой реактивные и активные моменты, связанные с диссипативными и упругими свойствами тела. Величины, связанные с диссипативными и упругими свойствами тела, зависят от свойства смежных тел, с которым взаимодействует каждое тело. Кроме того, на первое и последнее тела, соответственно действуют активный момент от двигателя и реактивный момент сопротивления на механизме уплотнения.

Второй этап - создание математической модели, описывающей динамику работы исследуемого объекта. Известно, что движение таких механизмов описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений, а их свойства в основном определяются ее параметрами: моментами инерции движущихся тел с известной массой -  $I_l$ ; коэффициентом трения (диссипации -  $\mu_l$ ) и упругости -  $c_{ly}$ . При этом искомыми параметрами являются угловые координаты -  $\varphi_{lk}$ ; и скорости -  $\dot{\varphi}_l$  тел вращения.

Из работы /15/ известно, что потери в такой механической системе связаны с диссипативными явлениями и учитывают рассеивание части кинетической энергии тел вращения. Эти потери пропорциональны изменениям угловых скоростей между двумя смежными телами и представлены в виде  $\mu_l \cdot (\varphi_{lk} - \varphi_{l+1})$ . Потери, связанные с упругими свойствами пропорциональны изменениям угловых координат между двумя смежными телами, их



представляют в виде  $c_{ly} \cdot (\varphi_{1k} - \varphi_{1+1})$ . Эти величины обозначены в размеченной графе состояний. Схема также включает в себя и другие обозначения:

$I_{дв}, I_1, I_2, I_{ио}^*$  - моменты инерции соответственно тел: ротор двигателя и полумуфта (электродвигатель); полумуфта и входной вал редуктора; выходной вал редуктора с полумуфтой, полумуфта и шатунно-коромысловый механизм (Исполнительный орган);

$\ddot{\varphi}_{дв}, \ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_{ио}$  - угловые ускорения соответствующих тел;

$\dot{\varphi}_{дв}, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_{ио}$  - угловые скорости соответствующих тел;

$\varphi_{дв}, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_{ио}$  - углы поворота соответствующих тел;

$M_{дв}$  - крутящий момент двигателя;

$c_1, c_2^*, c_3^*$  - коэффициенты жесткости соответствующих тел;

$\mu_1, \mu_2^*, \mu_3^*$  - коэффициенты диссипации соответствующих тел;

$M_c^*$  - момент сопротивления;

$i_1, i_2$  - передаточные числа 1-ой и 2-ой ступеней редуктора.

Обозначения, помеченные звездочкой - это приведенные значения соответствующих величин. Для составления дифференциальных уравнений, описывающих работу механической системы воспользуемся следующим mnemonic правилом /43/:

– для каждого тела механической системы составляется дифференциальное уравнение второго порядка;

– число членов уравнения равно числу стрелок, входящих или выходящих из рассматриваемого тела;

– каждый член уравнения имеет свой знак. Если стрелка направлена в тело, то член берется со знаком плюс, если из тела, то со знаком минус; первый член суммы для каждого  $i$ -го тела равен  $I_i \ddot{\varphi}_i$ ;

– члены для стрелок, связывающих два смежных тела механической системы, равны произведению коэффициента жесткости или диссипации тела системы, из которого выходит стрелка, на разность искомых параметров по данной стрелке, с учетом передаточных чисел смежных тел системы.



Используя мнемоническое правило составлена система дифференциальных

уравнений, описывающих работу механизма уплотнения:

$$\begin{aligned}
 I_{\partial\delta} \cdot \ddot{\varphi}_{\partial\delta} + c_1 \cdot (\varphi_{\partial\delta} - \varphi_1) + \mu_1 \cdot (\dot{\varphi}_{\partial\delta} - \dot{\varphi}_1) - M_{\partial\delta} &= 0; \\
 I_1^* \cdot \ddot{\varphi}_1 + c_2^* \cdot (\varphi_1 - \varphi_2 \cdot i_1) + \mu_2^* \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 \cdot i_1) - c_1(\varphi_{\partial\delta} - \varphi_1) - \mu_1(\dot{\varphi}_{\partial\delta} - \dot{\varphi}_1) &= 0; \\
 I_2^* \cdot \ddot{\varphi}_2 + c_3^* \cdot (\varphi_2 \cdot i_1 - \varphi_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) + \mu_3^* \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot i_1 - \dot{\varphi}_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) - c_2^* \cdot (\varphi_1 - \varphi_2 \cdot i_1) - \mu_2^* (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 \cdot i_1) &= 0; \\
 I_{uo}^* \cdot \ddot{\varphi}_{uo} - c_3^* \cdot (\varphi_2 \cdot i_1 - \varphi_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) - \mu_3^* \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot i_1 - \dot{\varphi}_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) + M_c^* &= 0;
 \end{aligned} \tag{2.12}$$

Эта система полностью описывает поведение элементов привода при приложении к ротору двигателя момента  $M_{дв}$ , а к ударному механизму момента сопротивления  $M_c$ . Для облегчения решения данной системы она подлежит преобразованию, что приводит к системе дифференциальных уравнений, состоящей не из четырех дифференциальных уравнений второго порядка, а из восьми дифференциальных уравнений первого порядка.

$$d\varphi_{\partial\delta} / dt = \dot{\varphi}_{\partial\delta};$$

$$d\varphi_1 / dt = \dot{\varphi}_1;$$

$$d\varphi_2 / dt = \dot{\varphi}_2;$$

$$d\varphi_{uo} / dt = \dot{\varphi}_{uo};$$

$$\frac{d\dot{\varphi}_{\partial\delta}}{dt} = \frac{1}{I_{\partial\delta}} \cdot (M_{\partial\delta} - c_1 \cdot (\varphi_{\partial\delta} - \varphi_1) - \mu_1 \cdot (\dot{\varphi}_{\partial\delta} - \dot{\varphi}_1));$$

$$\frac{d\dot{\varphi}_2}{dt} = \frac{1}{I_2^*} \cdot (c_3^* \cdot (\varphi_2 \cdot i_1 - \varphi_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) + \mu_3^* \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot i_1 - \dot{\varphi}_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) - c_2^* \cdot (\varphi_1 - \varphi_2 \cdot i_1) - \mu_2^* (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 \cdot i_1));$$

$$\frac{d\dot{\varphi}_1}{dt} = \frac{-1}{I_1^*} \cdot (c_2^* \cdot (\varphi_1 - \varphi_2 \cdot i_1) + \mu_2^* \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 \cdot i_1) - c_1(\varphi_{\partial\delta} - \varphi_1) - \mu_1(\dot{\varphi}_{\partial\delta} - \dot{\varphi}_1));$$

$$\frac{d\dot{\varphi}_{uo}}{dt} = \frac{1}{I_{uo}^*} \cdot (c_3^* \cdot (\varphi_2 \cdot i_1 - \varphi_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) + \mu_3^* \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot i_1 - \dot{\varphi}_{uo} \cdot i_1 \cdot i_2) - \frac{M_c^*}{i_1 \cdot i_2}); \tag{2.13}$$

Последующий этап предполагает проведение динамического анализа полученной системы дифференциальных уравнений (2.13) с использованием инженерной системы Mathcad. Для чего, искомые параметры, входящие в систему дифференциальных уравнений, перед ее решением в системе Mathcad.



## **2.5. Кинематическое и силовое исследование уплотняющего рабочего органа прессы с кривошипно-коромысловым механизмом**

Для проведения дальнейшего анализа объекта исследования и необходимо уточнить и задаться исходными данными. Как уже было отмечено выше, в качестве исполнительного органа в механической системе выступает кривошипно-коромысловый механизм, исполняющий функцию привода шарнирного параллелограмма. Исследуемое уплотняющее устройство в прессе согласно патенту КР № 1214, позволяет создавать динамическое и сдвиговое деформации в сочетании со сжатием. Принцип работы устройства основан на изменении высоты шарнирного параллелограмма, деформируемого некоторой горизонтальной силой, приложенной к его верхней части. При деформации параллелограмма под действием некоторого горизонтального усилия высота его уменьшается. Если использовать шарнирный параллелограмм в качестве основы некоторой конструкции, например, рабочего органа для уплотнения смеси в разрабатываемом прессе, то уменьшение высоты шарнирного параллелограмма может быть деформацией, уплотняющую полусухую смесь.

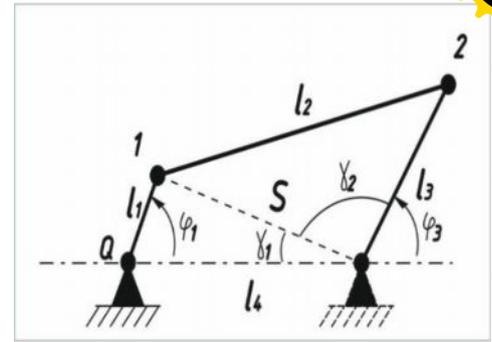
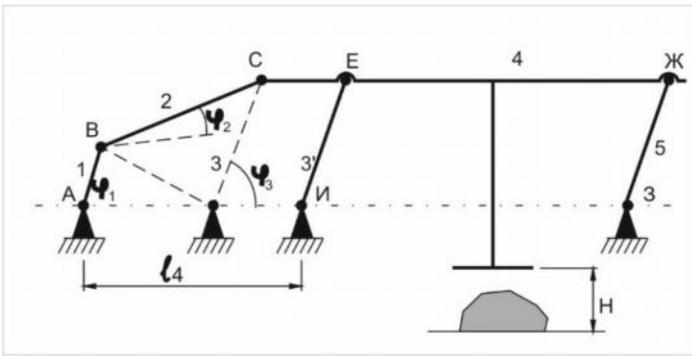
Устройство ударного уплотнения полусухой смеси в прессе представляет собой конструкцию, выполненную с подвижными стойками, вместе с тягой и точками опоры образуют шарнирный параллелограмм. На тяге закреплен пуансон, выполненный в виде прямоугольной призмы. Привод посредством толкающего элемента приводит подвижные стойки в колебательное движение вокруг шарнира их крепления на раме прессы. При работе подвижные стойки отклоняясь на некоторый угол от вертикали, вовлекают пуансон в плоскопараллельные движение. Лицевая поверхность пуансона опускаясь на определенную величину, сжимает смесь на поверхности подвижных форм. Можно с достаточным приближением считать, что все точки, расположенные соответственно на тяге и в лицевой части пуансона, при одинаковом малом угле поворота подвижных стоек располагаются на касательных к окружности с соответствующими радиусами.



Таким образом периодическое возвратно-поступательное движение толкателя-шатунa привода пресса вызывает при отклонении подвижных стоек - коромысла деформацию шарнирного параллелограмма. Это приводит к перемещению пуансона вниз, что в сочетании с воздействием других механизмов, вызывающим сдвиги в смеси, способствует динамическому уплотнению смеси в форме.

Конструктивно модель такого механизма состоит из рамы с шарнирным параллелограммом, на котором установлен пуансон, кривошипно-шатунного коромыслового механизма, шарнирно соединённого с верхней подвижной стороной параллелограмма и электродвигателя. При ударе происходит динамическое воздействие на смесь в пресс-форме, подвижно закреплённой на конвейере.

Кинематическая схема кривошипно-шатунного коромыслового механизма показана на рис.2.4. Механизм состоит из кривошипа 1, шатуна 2, коромысла 3 соединённого шарнирно подвижным параллелограммом. При вращении кривошипа 1 коромысло 3 совершает колебательное, т.е. возвратно - вращательное движение, поворачиваясь на определённый угол относительно неподвижной оси. Для возникновения особого положения механизма длины звеньев и углы их поворота должны удовлетворять определённым условиям, в данном случае они должны соответствовать величине необходимой деформации смеси в пресс-форме и достигаемой при этом плотности изделия. Рассмотрим работу кривошипно-шатунного коромыслового механизма (рис. 2.8) и определим углы поворота коромысла, отвечающих этим условиям прессования при заданных длинах звеньев механизма и наоборот.



а)

б)

Рис 2.8. Кинематическая схема: (а) ударного механизма и выделенной ее части (б) 0-1- кривошип, 0-1-2-3 -параллелограмм, 1-2 - шатун, 2-3 - коромысло, 8 – пуансон.

Для установления взаимосвязи между геометрическими и кинематическими параметрами звеньев такого механизма воспользуемся рекомендациями, изложенными в работах /103, 110/, и определим следующие зависимости.

Перемещение стороны параллелограмма по вертикали определяется по формуле:

$$d = l_3 - l_3 \sin \varphi_3 = l_3 (1 - \sin \varphi_3); \quad (2.14)$$

Взаимосвязь параметров четырехзвенника, представляющего собой кривошипно-шатунный коромысловый механизм, устанавливаются следующими зависимостями:

$$S = \sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}; \quad (2.15)$$

$$\frac{l_1}{\sin \gamma_1} = \frac{s}{\sin \varphi_1}; \quad (2.16)$$

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{l_1 \sin \varphi_1}{\sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}}; \quad (2.17)$$

$$l_2^2 = s^2 + l_3^2 - 2l_3s \cos \gamma_2 \Rightarrow \gamma_2 = \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + l_3^2 - l_2^2}{2l_3 \sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}}; \quad (2.18)$$

Угол  $\varphi_3$ , определяющее положение коромысла, тогда будет равен:

$$\varphi_3 = \pi - \gamma_1 - \gamma_2 = \pi - \arcsin \frac{l_1 \sin \varphi_1}{\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1 l_4 \cos \varphi_1}} - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 + l_3^2 - 2l_1 l_4 \cos \varphi_1 + l_3^2 - l_2^2}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1 l_4 \cos \varphi_1}}; \quad (2.19)$$

Зависимости углов  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  от геометрических параметров звеньев механизма определим из следующих выражений:

$$(l_1 + l_2)^2 = l_3^2 + l_4^2 - 2l_3 l_4 \cos \gamma_1; \quad (2.20)$$

Тогда

$$\gamma_1 = \arccos \frac{l_3^2 + l_4^2 - (l_1 + l_2)^2}{2l_3 l_4}; \quad (2.21)$$

Из противоположного положения кривошипа определим угол  $\gamma_2$ :

$$(l_2 - l_1)^2 = l_3^2 + l_4^2 - 2l_3 l_4 \cos \gamma_2; \quad (2.22)$$

$$\gamma_2 = \arccos \frac{l_3^2 + l_4^2 - (l_2 - l_1)^2}{2l_3 l_4}; \quad (2.23)$$

$$\gamma_{32} = 180^\circ - \gamma_2;$$

Задаваясь исходными данными звеньев механизма можно определить значения углов наклона коромысла в крайних положениях (см. рис. 2.9):  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  и угол размаха  $\varphi_3$ :

$$\Delta \varphi_3 = \varphi_{32} - \varphi_{31}; \quad (2.24)$$

$$\varphi_{33} = 90^\circ - \frac{\Delta \varphi_3}{2}; \quad (2.25)$$



Рис. 2.9. Схемы для определения угла качения коромысла

Для соблюдения требуемых условий система координат должно быть повернута на угол:

$$\Delta \varphi_k = \varphi_{31} - \varphi_{33}; \quad (2.26)$$

В результате моделирования положений звеньев установившейся системы необходимо сместить координату точки А для обеспечения требуемых условий работы механизма в крайних положениях (см.рис.2.10).

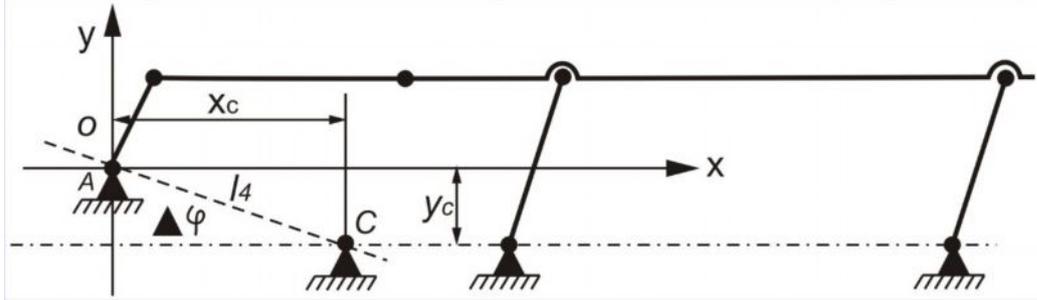


Рис. 2.10. Положение шарниров механизма

Шарнир в точке А находится в начале координат, при этом относительно координаты точки С она определяется из следующих уравнений статики:

$$x_c = l_4 \cdot \cos \Delta \varphi_{\text{коорд.}}^{\circ}; \quad (2.27)$$

$$y_c = l_4 \cdot \sin \Delta \varphi_{\text{коорд.}} = 300 \cdot \sin 4.7^{\circ}; \quad (2.28)$$

$$\varphi_{23} = \varphi_3 - \varphi_2; \quad (2.29)$$

$$\varphi_{38} = \varphi_3 - \frac{\pi}{2}; \quad (2.30)$$

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{28}} = \frac{P}{\sin(\pi - \varphi_{23})}; \quad (2.31)$$

На рис. 2.11 представлена мысленно отброшенная часть коромысла для определения действующих сил на нее.

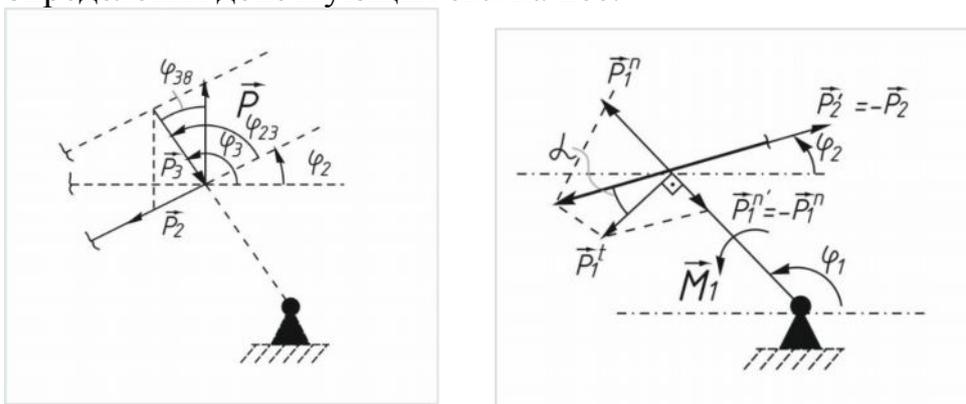


Рис. 2.11. Расчетные схемы для определения действующих усилий и момента

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{28}} = \frac{P}{\sin \varphi_{23}} \Rightarrow P_2 = \frac{P \sin \varphi_{28}}{\sin \varphi_{23}}; \quad (2.32)$$

$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{\pi}{2}; \quad (2.33)$$

$$M_1 = P_1^t \cdot l_1 = P_2 l_1 \cdot \cos \alpha; \quad (2.34)$$



$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{3\pi}{2}; \quad (2.35)$$

поэтому

$$M_1 = P_2 l_1 (-\cos \alpha); \quad (2.36)$$

Знак «-» указывает на то, что направление вектора  $P_2$  противоположно сопротивлению, возникающей при уплотнении смеси.

Для расчета численных значений отдельных параметров по полученным аналитическим формулам введем исходные обозначения расстояний основных звеньев кривошипно-шатунного коромыслового механизма и из предыдущих зависимостей получаем:

Угол поворота  $\varphi_2$  механизма, и она определяется:

$$\cos \varphi_{2b} = \frac{l_2^2 + l_b^2 - l_3^2}{2 \cdot l_2 \cdot l_b}; \quad (2.37)$$

Длина базового вектора  $\bar{l}_b$  определим зависимостью:

$$l_b = l_1 \cdot \sqrt{1 + \lambda_4^2 - 2 \cdot \lambda_4 \cdot \cos \varphi_1}; \quad (2.38)$$

Положение векторов  $\bar{l}_2$  и  $\bar{l}_3$ , связанных со звеньями 2 и 3 двух поводковой группы, определяют относительно базового вектора  $\bar{l}_b$  углами  $\varphi_{23}$  и  $\varphi_{38}$ , которые определяют по теореме косинусов:

$$\cos \varphi_{23} = \frac{l_2^2 + l_b^2 - l_3^2}{2 \cdot l_2 \cdot l_b}; \quad (2.39)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_2}{l_1} = \frac{300}{50} = 6, \lambda_3 = \frac{l_3}{l_1} = \frac{70}{50} = 1,4; \lambda_4 = \frac{l_4}{l_1} = \frac{300}{50} = 6. \lambda_b = \frac{l_b}{l_1} = \sqrt{1 + \lambda_4^2 - 2 \cdot \cos \varphi_1}; \quad (2.40)$$

где  $l_1 = 50 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 300 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 70 \text{ мм}$ ,  $l_4 = 300 \text{ мм}$  - расстояния между звеньями.

$$\varphi_{23} = \varphi_3 - \varphi_2 = 91,56468^\circ - 89,21^\circ = 2,35^\circ, \text{ где } \varphi_3 = 91,56468^\circ;$$

$$\varphi_{38} = \varphi_3 - \frac{\pi}{2} = 91,56468^\circ - \frac{180}{2} = 1,56668^\circ,$$

$$\varphi_2 = \arctg\left(-\frac{\sin \varphi_1}{\lambda_4 - \cos \varphi_1}\right) + \arccos \frac{1 + \lambda_2^2 + \lambda_4^2 - \lambda_3^2 - 2\lambda_4 \cdot \cos \varphi_1}{2 \cdot \lambda_2 \sqrt{1 + \lambda_4^2 - 2\lambda_4 \cdot \cos \varphi_1}} = \quad (2.41)$$

$$\arctg\left(-\frac{\sin 60^\circ}{6 - \cos 60^\circ}\right) + \arccos \frac{1 + 6^2 + 6^2 - 1,4^2 - 2 \cdot 6 \cdot \cos 60^\circ}{2 \cdot 6 \sqrt{1 + 6^2 - 2 \cdot 6 \cdot \cos 60^\circ}} = 89,21.$$



Из выражении (2.32) находим усилие  $P_2$ :

$$P_2 = \frac{p \cdot \sin_{38}}{\sin \varphi_{23}} = \frac{p \cdot \sin 1,56468^0}{\sin 2,35} = \frac{12,5 \cdot 0,026}{0,041} = 7,92 \text{ МПа.};$$

где  $p$  - усилие прессования изделий,  $p = 12,5$  МПа.

Таким образом, при известных моментах сил, зависящих от обобщенной координаты, все кинематические параметры движения машины находятся аналитически решением управления её движения.



## Заключение к второй главе

1. Создана системная модель объекта исследования, учитывающая реологические и другие свойства прессуемой смеси, параметры формуемого изделия, технологические режимы процесса прессования и характеристики системы привода. Она служит основой для последующего изучения взаимосвязи между элементами модели и входными, внутренними и выходными параметрами.

2. Анализ теоретических исследований отечественных и зарубежных ученых позволил установить основные направления совершенствования процесса формования глиняных материалов, определить технические и технологические условия для обеспечения необходимой исходной плотности уплотняемой массы, обеспечивающий заданный коэффициент уплотнения (давление прессования) при ограниченной зоне деформации материала в прессе.

3. Разработана математическая модель ударного механизма формовочного пресса. Она позволяет осуществлять моделирование процесса и исследовать динамические характеристики пресса для непрерывного формования изделий с кривошипно-шатунным и кривошипно-коромысловым ударными органами в широком диапазоне изменения исходных параметров. Такие механизмы наряду с нормальными позволяют создать в смеси значительные касательные напряжения, способствующие достижению высокой плотности прессуемых смесей и формуемых изделий.

4. Выполнен кинематический и силовой анализ кривошипно-коромыслового ударного органа, что позволило установить рациональное положение точки крепления кривошипа, обеспечивающее требуемое перемещение уплотнительного элемента в процессе прессования смеси в пресс-форме, а также определить величины нагрузок и сопротивлений, возникающих в процессе воздействия рабочего органа на смесь.



## ГЛАВА III. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ПОЛУСУХОЙ МАССЫ

### 3.1. Моделирование процесса уплотнения смеси ударным механизмом

Для проведения дальнейшего динамического анализа объекта исследования согласно разработанной математической модели необходимо определить и задаться исходными данными. Как уже было отмечено выше, в качестве исполнительного органа в механическом прессе выступает кривошипно-шатунный коромысловый механизм.

Исследование математической модели объекта будем проводить в системе Mathcad с помощью встроенной функции Rkadapt, которая выдает результаты решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (2.36) методом Рунге – Кутты с адаптивным шагом.

*Определение исходных данных.* Необходимо определить:

- определение параметров и представление механических характеристик двигателя;
- моменты инерции всех движущих деталей механизма (объединенных сил) и их приведенные значения к валу двигателя;
- коэффициенты жесткости соединения движущихся взаимодействующих деталей, объединенных тел и их приведенные значения к валу двигателя;
- коэффициенты диссипации движущихся деталей, объединенных тел и их приведенные значения к валу двигателя;
- моменты (силы) сопротивления и их приведенные значения.

В качестве источника энергии в механизме уплотнения использован асинхронный двигатель, механическая характеристика которого представлена в виде:



$$M_{дв}(\omega) = \frac{2 \cdot M_{\max}}{1 - \frac{\omega_{p.д}}{\omega_n} + \frac{S_k}{1 - \frac{\omega_{p.д}}{\omega_n}}}; \quad (3.1)$$

где  $M_{\max}$  - максимальный момент двигателя, Н·м;  $\omega_{p.д}$  - угловая скорость вращения ротора двигателя, рад/с;  $\omega_n$  - номинальная угловая скорость ротора двигателя, рад/с;  $S_k$  - значение критического скольжения.

Расчет с применением Mathcad механизма уплотнения с использованием асинхронного двигателя и механические характеристики приведены в приложении 2.

*Определение моментов инерции всех движущихся тел кривошипно-коромыслового механизма.* В справочной литературе можно найти формулы, определяющие эти параметры для тел, наиболее часто встречающихся при проведении инженерных расчетов. Во многих случаях для определения инерционных параметров тел сложной конфигурации достаточно знать расчетные формулы для нескольких простых тел /66, 69, 73, 77, 109/. В качестве примера рассмотрим определение инерционных характеристик кривошипа исследуемого механизма /18, 76, 78 /.

Конструкция кривошипа показана на рисунке 3.1, а его расчетная схема – на рис. 3.2. При расчете инерционных характеристик кривошип разделялся на три простых цилиндра 1, 2, 3. Их массы по данным представленным на рис. 3.1 определялись как:

$$m_1 = D_{кр} \cdot \rho_1 \cdot \delta_{кр} = \pi \cdot 0,025^2 \cdot 0,03 \cdot 7850 = 5,98 \text{ кг}, \quad (3.2)$$

$$m_2 = A_{ш} \cdot B_{ш} \cdot C_{ш} \cdot \rho_1 = 0,035 \cdot 0,04 \cdot 0,025 \cdot 7850 = 27,4 \text{ кг}, \quad (3.3)$$

$$m_3 = A_k \cdot B_k \cdot C_k \cdot \rho_1 = 0,13 \cdot 0,03 \cdot 0,068 \cdot 7850 = 2,08 \text{ кг}; \quad (3.4)$$

где  $D_{кр}$  - диаметр кривошипа;  $A_{ш}, B_{ш}, C_{ш}, A_k, B_k, C_k$  - габаритные размеры шатуна и коромысла;  $\rho_1$  - плотность материала (стали);  $\delta_{кр}$  - толщина кривошипа.

Момент инерции кривошипа относительно оси, проходящей через центр тяжести, определится как:

$$J_{кр} = 0,5m_{кр} \cdot D_{кр} = 0,5 \cdot 5,98 \cdot 0,18 = 0,54 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Моменты инерции шатуна:

$$J_{ш} = 0,5m_{ш} \cdot F_{ш} = 0,5 \cdot 27,4 \cdot 0,14 = 1,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Момент инерции коромысла:

$$J_{к} = 0,5m_{к} \cdot F_{к} = 0,5 \cdot 2,08 \cdot 0,0091 = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

Приведенный момент определится следующим образом:

$$J_{при} = J_{к} + J_{ш} + m_1 l_{00_1}^2 = 1,9 + 0,02 + 27,4 \cdot 0,055^2 = 2,002 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad (3.6)$$

Центр масс кривошипа находится в точке О, так как масса цилиндра 1 намного меньше суммы масс цилиндров 2 и 3. Результаты расчета инерционных характеристик кривошипа приведены в таблице 3.1.

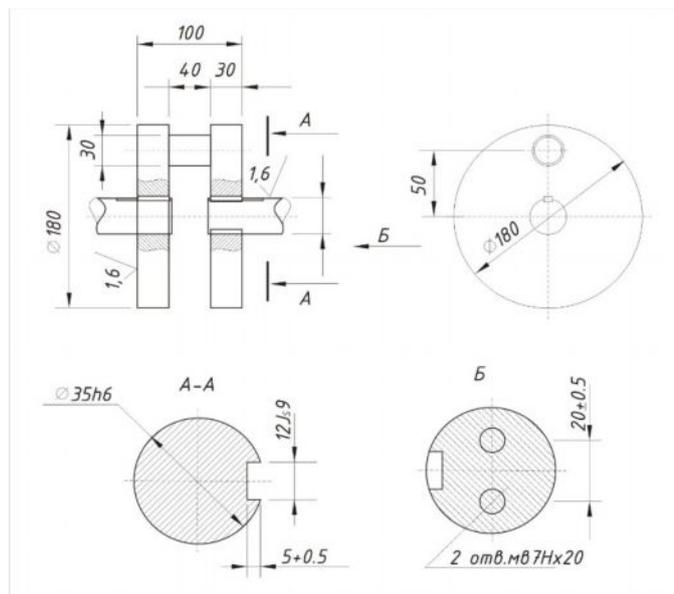


Рис. 3.1. Конструкция кривошипа

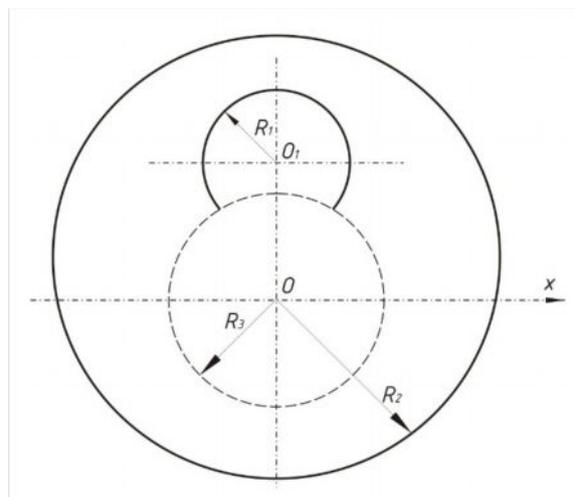


Рис. 3.2. Расчетная схема кривошипа



Таблица 3.1 - Результаты расчета инерционных характеристик кривошипа

Параметры	Номер элемента			Весь кривошипа
	1	2	3	
$m_i$ , кг	5,98	27,4	2,08	35,46
$J_{кр}$ , кг · м <sup>2</sup>	0,54	1,9	-	2,44

В таблице 3.2 приведены обобщенные данные по расчету инерционных характеристик звеньев механизма.

Таблица 3.2 - Обобщенные результаты расчета инерционных характеристик звеньев относительно оси вращения каждого звена

Параметры	Наименование элемента		
	Кривошип	Шатун	Коромысло
Масса, $m$ , кг	5,98	27,4	2,08
Момент инерции, $J$ , кгм <sup>2</sup>	0,54	1,9	0,02
Координаты центра тяжести			
$x$ , мм	0	27,04	19,03
$y$ , мм	0	0	8,62

Из этой таблицы видно, что масса коромысла в 3 – 4 раза меньше массы остальных звеньев, а момент инерции коромысла в несколько раз меньше момента инерции шатуна и почти в 18 раз меньше момента инерции кривошипа. Если согласно рис. 2.5 учесть тот факт, что величина момента инерции рассчитана только для мнимого коромысла, которая составляет только одну сторону шарнирного параллелограмма, то величина момента инерции возрастает в 30 и более раз. Это дает основание предполагать, что динамические нагрузки в механизме будут определяться в основном инерционными свойствами коромысла. Но окончательный вывод относительно этого можно будет сделать, только определив кинематические передаточные функции механизма, определяющие ускорения его точек и звеньев /43, 47, 85, 88/.



При моделировании процесса работы механизма другие параметры механизма, такие как коэффициенты жесткости всех смежных движущихся деталей, объединенных тел и их приведенных значений к валу двигателя, а также значения коэффициентов диссипации всех смежных движущихся деталей, объединенных тел и их приведенных значений к валу двигателя выбираем из технической литературы / 3, 7, 9, 81, 92/.

Графическое представление искомых параметров в зависимости от времени приведены на рис. 3.3 и 3.4.

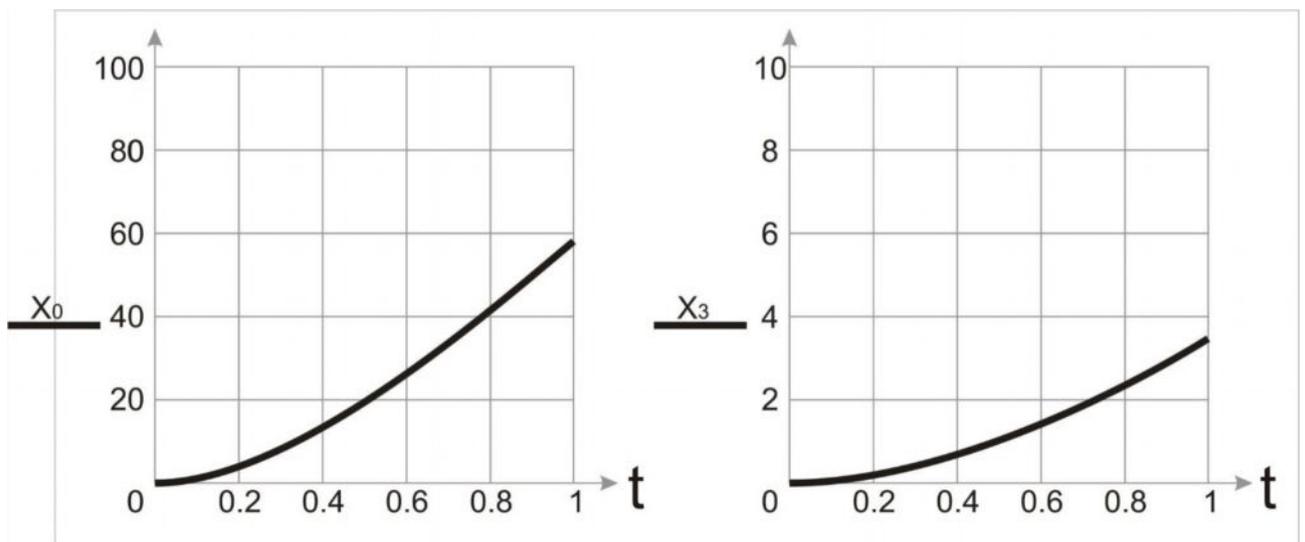
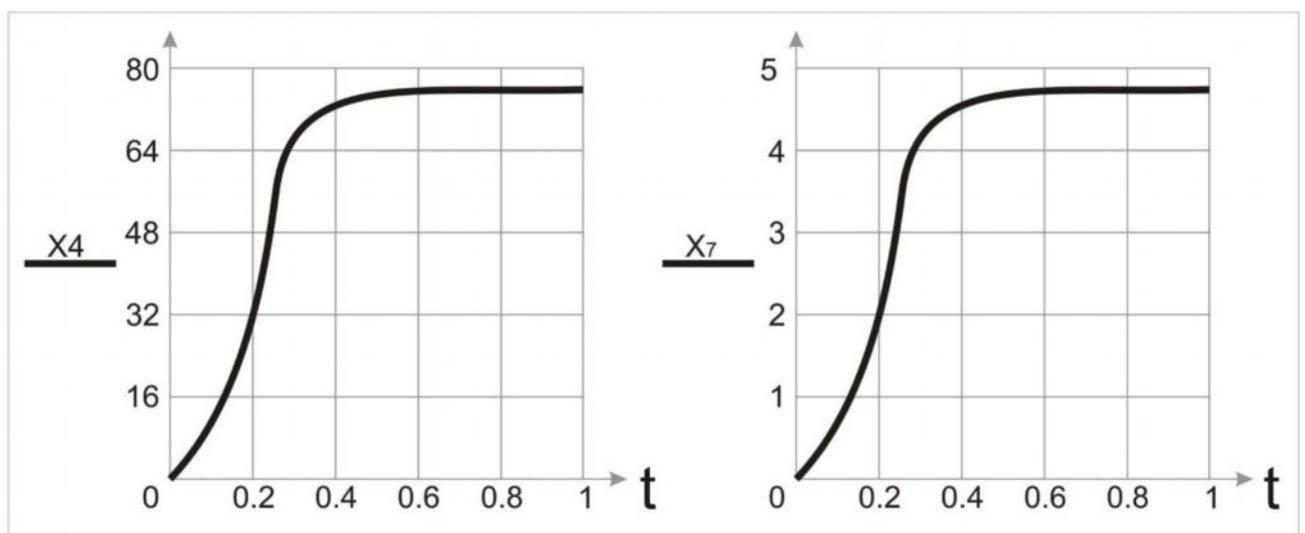


Рис. 3.3 - Графики зависимостей угловых перемещений тел: Ротор двигателя ( $x_0$ ), приведенного и исполнительного органа ( $x_3$ ) от времени  $t$ .



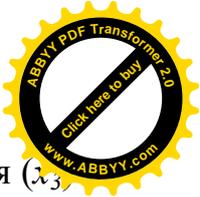


Рис. 3.4 - Графики зависимости угловых скоростей тел: Ротор двигателя ( $x_3$ ) исполнительный орган (шнек) ( $x_7$ ) от времени  $t$ .

Сопоставление результатов расчета и моделирования:

- номинальная угловая скорость вращения ротора двигателя, рад/с

$$\omega_n = 74.875$$

- расчетные табличные значения угловой скорости вращения ротора двигателя в зависимости от времени по результатам моделирования» см. табл. 3.3. рад/с.

Таблица 3.3 - Табличные значения результатов обработки

$x_4^T =$		112	113	114	115	116	117	118	119
	0	74.85	74.853	74.855	74.858	74.859	74.861	74.863	...

$$\omega_m = \frac{\omega_n}{i_1 \cdot i_2} = 4.592 \tag{3.7}$$

где  $\omega_m$  - расчетная номинальная угловая скорость вращения рад/с кривошипно-коромыслового механизма

Анализируя результаты видим, что разгон двигателя и выход ротора двигателя к кривошипно-коромыслового ударного механизма на номинальную частоту вращения происходит примерно через 0,5 секунд.

### 3.2. Моделирование процесса работы установки с кривошипно-шатунным коромысловым ударным механизмом

Улучшенная по сравнению с известными конструктивная схема прессы приведена на рис. 3.2, где для расширения функциональных возможностей, приводные валки заменены кривошипно-шатунным механизмом. Синтезирование дополнительного рабочего органа такого типа и навешивание его на пресс осуществлено на основе компьютерного моделирования с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР).



В настоящее время наблюдается постоянный рост интереса к САПР 47, 77, 81/. Наличие трехмерной модели изделия воспринимается очень хорошо, особенно при наличии «интеллектуального» наполнения: кинематических связей одних элементов модели с другими, взаимного размещения в пространстве, данных о материалах, из которых она изготовлена и т. д. Данные модели помогают лучше определить масса-центровочные характеристики механизмов, а также избежать ошибок в проектировании, трудно находимых в плоских чертежах, но бросающихся в глаза в трехмерных. Наличие этой информации позволяет использовать модель не только для получения демонстраций, но и проводить исследования работоспособности механизма под различными нагрузками. В связи с этим возникает необходимость в разработке методики проектирования с использованием всех преимуществ современных программных средств.

В настоящей работе на примере исследования прессы непрерывного формования стеновых изделий нами выполнено исследование нового подхода к созданию и модернизации механических систем применением современных САПР, включающего выполнение следующих основных этапов:

- Создание моделей механических систем;
- Кинематический и динамический анализ таких систем во времени.

Объектом исследования была выбрана механическая система в виде ударного рабочего органа прессы непрерывного действия. Предлагаемое уплотняющее устройство в прессе позволяет создавать динамические и сдвиговые деформации в сочетании со сжатием. Принцип работы устройства основан на изменении высоты шарнирного параллелограмма, деформируемого некоторой горизонтальной силой, приложенной к его верхней части. При деформации параллелограмма под действием некоторого горизонтального усилия высота его уменьшается. Если использовать шарнирный параллелограмм ABCD в качестве основы некоторой конструкции, например, рабочего органа для уплотнения смеси в разрабатываемом прессе, то



уменьшение высоты шарнирного параллелограмма может быть деформацией уплотняющей полусухую смесь.

Исходя из требуемых рабочих характеристик модели (см.п.2.2), традиционными методами были определены предварительные основные характеристики привода пресса непрерывного действия, что позволило провести расчет и проектирование приводного редуктора, подобрать двигатель и другие детали и узлы привода.

На следующем этапе был проведен кинематический анализ рабочего органа оборудования ПНД с целью получения данных для исследования напряженно-деформированного состояния. Для этого была разработана методика и написана программа в системе Mathcad, которая наглядно демонстрирует изменение нагрузки на рабочем органе в зависимости от угла установки кривошипно-коромыслового механизма. Это позволило определить максимальные нагрузки.

Согласно выше описанным данным ПНД, нами было проведено 3-D моделирование в графическом редакторе «Компас 3-D» для комплексного представления работы исследуемой системы.

Конструктивная модель механизма работы кривошипно-коромыслового механизма, приведена на рис. 3.5. Он состоит из рамы с шарнирным параллелограммом, на котором установлен пуансон, кривошипно-коромыслового механизма, шарнирно соединённого с верхней подвижной стороной параллелограмма и электродвигателя. При ударе происходит динамическое воздействие на смесь в пресс-форме, подвижно закрепленной на конвейере.

Следующим этапом работы является преобразование трехмерной модели, созданной в системе Компас 3-D в динамическую модель системы. Для создания рабочей модели механизма первым необходимым делом является задача кинематических связей между отдельными его элементами. Связи задаются при помощи шарниров с различным числом степеней свободы от 0 (полностью закрепленные относительно друг друга элементы) до 6 (полностью

независимые движение). В нашем случае в основном используется шарнир одной степенью свободы (вращение или поступательное движение).

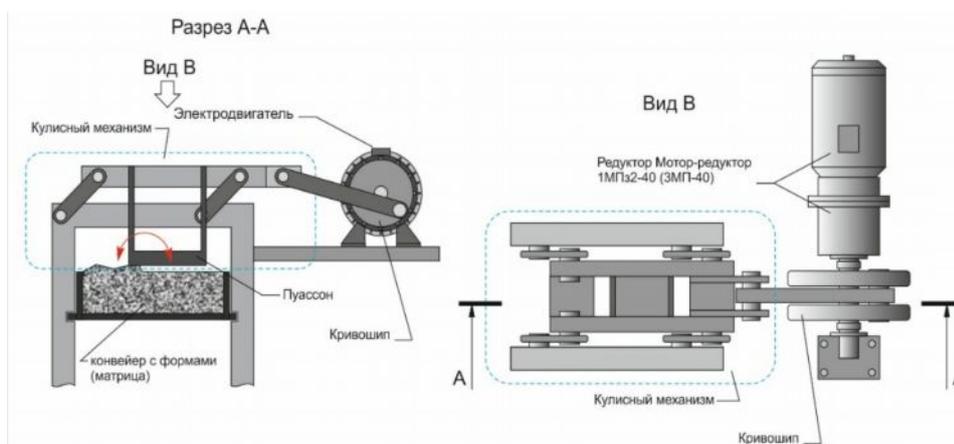


Рис. 3.5. Компьютерная модель механизма кривошипно-шатунного коромыслового типа для ударного уплотнения прессуемой смеси

После задания кинематических связей необходимо задать силовые связи, описывающие, каким образом одни элементы модели оказывают влияние на другие. Это делается при помощи шаблонных силовых взаимодействий либо создаются специальные взаимодействия. Так как создание второго типа взаимодействий требует больше времени, рационально использовать базовые взаимодействия где это возможно. Также на этом этапе задаются действующими на систему нагрузками. В нашем случае - крутящий момент двигателя и внешняя нагрузка на рабочий орган.

Для получения каких-либо результатов моделирования, кроме визуальных необходимо создать переменные значения нагрузок, которые будут отслеживаться на модели. Можно отследить значение любой учитываемой при расчете нагрузки. На рис. 3.6. показан график изменения момента сил во времени, составленный на основе примерного списка переменных и окна графиков, в котором отражены значения переменных в ходе моделирования. Кроме того, на рисунке 3.7. представлена схема для определения крайних положений коромысла.

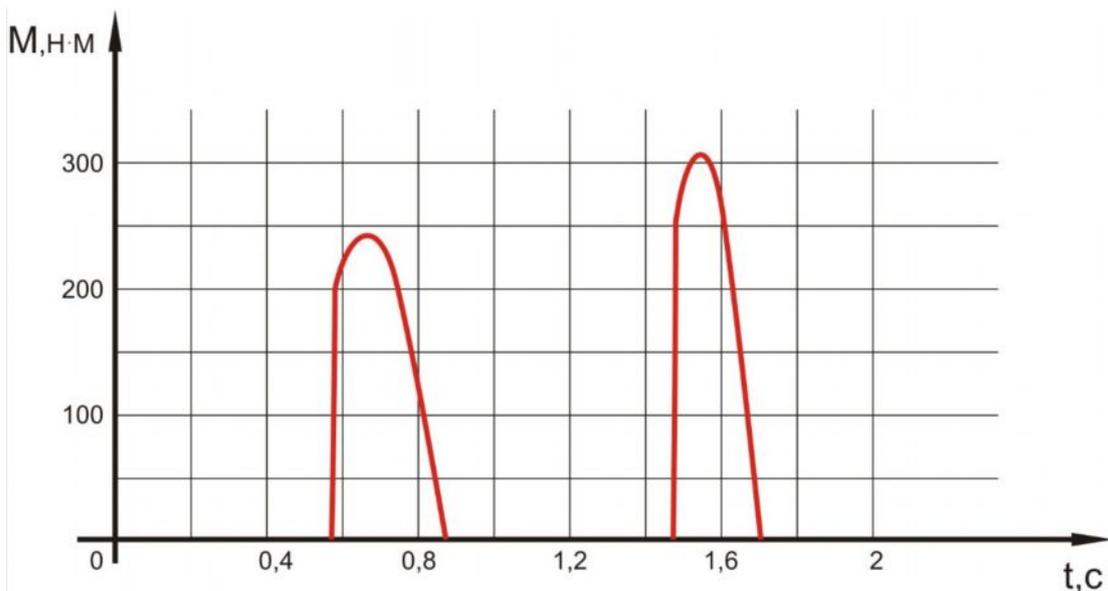


Рис. 3.6. График изменения момента сил во времени

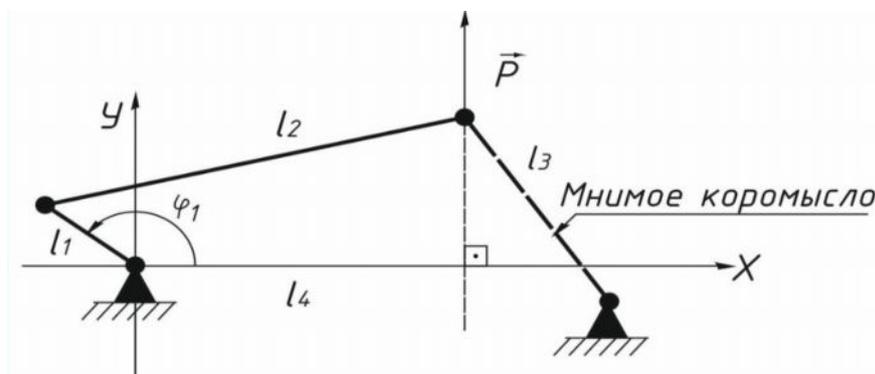


Рис. 3.7. Схема для определения крайних положений коромысла

В результате моделирования мы получаем графики изменения заданных нами переменных во времени и можно отследить интересующие нас моменты. Например, зависимости угловой скорости и крутящего момента вала двигателя от времени, моменты установившегося и не установившегося режима, зависимости перемещения, скорости и ускорения от времени и прочие. Эта информация позволяет определить установившиеся скоростные режимы, а также получить более полное представление о процессах, протекающих при работе нашего механизма.

Таким образом, в ходе исследования удалось выполнить следующее. Была создана трехмерная модель общего вида ударного механизма прессы, что в свою очередь позволяет относительно легко создать ее основные плоские чертежи и избежать ошибок при проектировании.

В результате анализа компьютерной модели пресса (см. рис. 3.8) можно получить характеристики ПНД в целом. Исследуя динамику ударного механизма были определены нагрузки на рабочем органе с учетом всех масс-инерционных характеристик.

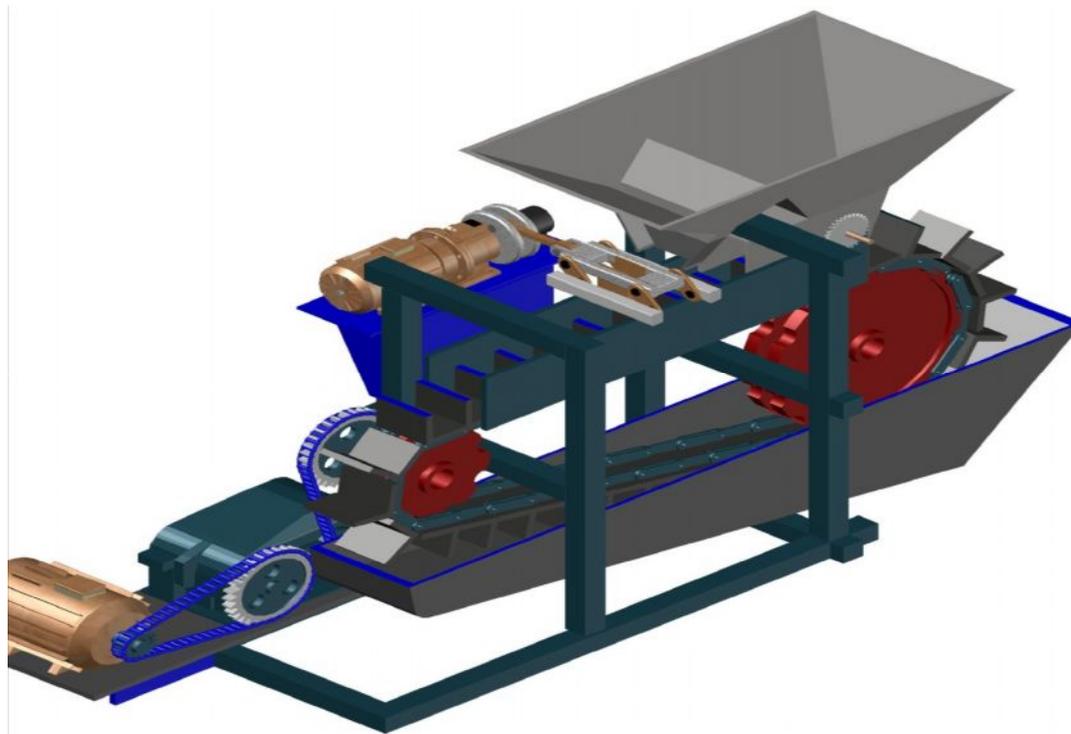


Рис. 3.8. Компьютерная модель пресса для получения кирпича и подобных ему изделий полусухим способом

Использование при выполнении настоящего исследования элементов системы автоматизированного проектирования, а также моделирование их работы, это только начальный подход в первом приближении на формирование методики с использованием современных САПР и расчетных комплексов.

### **3.3. Условия проведения экспериментов**

Экспериментальные исследования проводились на опытно - экспериментальном полноразмерном образце пресса. Главными задачами экспериментальных исследований являются:

1. Проведение инструментальных измерений основных параметров процесса изготовления кирпичей, для оценки достоверности качественных и



количественных закономерностей, полученных при теоретическом исследовании.

2. Оценка влияния параметров процесса прессования на характеристики получаемых кирпичей из смесей различного состава (усилий, режимов вибрации, степени сжатия).

3. Установление связей силовых характеристик процесса прессования и параметров вибрации с режимами работы привода и гидropередачи.

4. Определение действительной производительности пресса от параметров привода, частоты и амплитуды импульсов давления, создаваемых ударным механизмом и характеристики прессуемой смеси.

5. Опытное определение коэффициентов, входящих в расчетные формулы.

### **3.4. Разработка программы экспериментальных исследований**

В результате анализа всей совокупности факторов, в соответствии с поставленной целью и задачами диссертационной работы нами была разработана программа экспериментальных исследований:

1. Изучение физико-механических характеристик, используемых исходных материалов, условий их формования и области последующего применения.

2. Определение состава прессуемых смесей, диапазона варьирования количественного содержания компонентов и факторов, определяющих качественные показатели выходной продукции.

3. Моделирование технологических процессов формования, используемых порошкообразных и жесткопластичных техногенных материалов на разработанной стендовой установке пресса с подвижным формованием кирпичей в технологическом комплексе.



4. Проведение серии экспериментальных исследований по изучению процесса прессования используемых смесей на разработанном прессе, установление общих и специфических закономерностей их формования.

5. Обобщение полученных результатов и выработка рекомендаций по конструктивно-технологическому совершенствованию процесса формования глиняных материалов с различными свойствами в прессе, и их реализация в конструктивном исполнении в кирпичеделательном агрегате.

Экспериментальные исследования проводились для двух режимов работы прессы: статического и статико-динамического. При этом под статическим понимается режим работы без включения ударного усилия, создаваемого кривошипно-шатунным механизмом; под статико-динамическим понимается режим работы, при котором дополнительно подаются импульсы различной частоты кривошипно-коромысловым механизмом.

Экспериментальное исследование полученного образца изделия-кирпича испытывались в следующем порядке:

- при проведении экспериментальных исследований прочность кирпича испытывались на сжатие, которая представлена на рис. 3.9;
- испытание кирпичей проводилось поэтапно, до получения соответствующих результатов;
- результаты испытаний измерялись с помощью динамометров, которые представлены на рисунке.



Рис 3.9. Экспериментальное исследование кирпича на прессе

Исследования статического режима работы (таб.3.4.) проводятся с целью определения величины силы давления, требуемого для получения изделия



необходимого размера для каждой из двух составов смесей; определение трения, приведенных к ползуну. Полученные образцы подвергаются стандартным исследованиям.

Таблица 3.4 - Осциллографируемые параметры статическом режиме работы

Режим работы пресса	Измеряемые характеристики	Число опытов	Количество типов смесей	Общее количество опытов
Статический	$P, P_n, P_{ш}, X_n, V, P_n, P$	8	3	24

Исследования статико-динамического режима исходя из следующих критериев:  $P_{nmax \rightarrow min}; V_{cp \rightarrow max}$ , проводятся с целью определения, оптимальной частоты импульсов и формы импульсов для каждой из смесей.

Позволяет сделать заключение о качественном соответствии процесса теоретическим результатам. На участке прессования скорость поршня падает до нуля, но не монотонно, что можно объяснить упругими свойствами гидropередачи и прессуемой смеси. Процесс прессования заканчивается, когда скорость поршня  $V_{c.п} = 0$ .

Характер изменения функций  $S(t)$  - перемещения пуансона также свидетельствует о наличии двух участков, при свободном ходе перемещение растет быстрее, а при прессовании замедляется. Усилие в начале рабочего хода возрастает медленно почти постоянным, а с началом прессования резко возрастает. Потребляемая электродвигателем мощность в течении всего цикла остается на одном уровне, незначительно возрастая в конце участка прессования.

По осциллограммам определялись: продолжительность рабочего хода  $T$ ; путь пройденный поршнем  $S_{п.п}$ ; путь участка прессования  $S_{пп}$ ; средняя скорость поршня  $V_{cp}$ ; максимальное давление жидкости в поршневой камере  $P_n^{max}$ ; максимальное давление жидкости в штоковой камере  $P_{ш}^{max}$ ; Максимальная мощность двигателя  $N_{max}$ ; средняя величина давления



жидкости в поршневой  $P_n^{cp}$  камере на участке прессования ; средняя величина мощности двигателя  $N_{cp}$ ; средняя величина давления жидкости в поршневой камере на участке прессования  $P_{np}^{cp}$ ; По полученным данным вычислялись: работа, затраченная на полном ходе поршня:

$$A_3 = N_{cp} \cdot T; \quad (3.10)$$

$A_3$  - работа полезная:

$$A_n = P_n (f_n - f_{ш}); \quad (3.11)$$

где  $f_n$  и  $f_{ш}$  – площадь поршневой и штоковой полости цилиндра

$A_n$  - работа прессования:

$$A_n = P_n^{cp} \cdot (f_n - S_{cp}); \quad (3.12)$$

$\eta_{гп}$  - коэффициент полезного действия:

$$\eta_1 = \frac{A_{np}}{A}, \quad \eta_2 = \frac{A_n}{A}, \quad \eta_3 = \frac{A_{np}}{A_n}; \quad (3.13)$$

Давление жидкости в поршневой  $P_n$  и штоковой  $P_{ш}$  камерах на рассматриваемом участке движения плавно возрастает, что может быть объяснено увеличением сил сопротивления движению с ростом скорости поршня и упругими свойствами напорной и сливной магистралей.

На участке диаграммы ( $52 < S_{n,n} < 195$ ) движение установившееся, скорость  $V$ , мощность  $N$  и давление  $P_n$  в напорной магистрали остаются практически постоянными или изменяются незначительно, давление в штоковой  $P_{ш}$  и поршневой  $P_n$  камерах возрастает монотонно на небольшую величину (10-15 кг/см<sup>2</sup>).

Когда ход поршня достигает величины  $S_{п.п} = 195$  мм, поршень входит в контакт с подвижной частью пресс-формы, начинается процесс прессования смеси, вначале которого (участок диаграммы  $II_1. 195 < S_{n,n} < 240$ ) происходит плавное изменение всех параметров на относительно небольшую величину: скорости  $V_n$  от 42 до 36 мм/с, давления  $P_n$  от 165 до 170 кг/см<sup>2</sup>,  $P_{ш}$  и  $P_n$  от 70 до 60 кг/см<sup>2</sup> соответственно. Это объясняется тем, что прессуемая смесь на



этом участке еще недостаточна уплотнена (сжата) и ее сопротивление незначительно влияет на характеристику движения (см. рис.3.10).

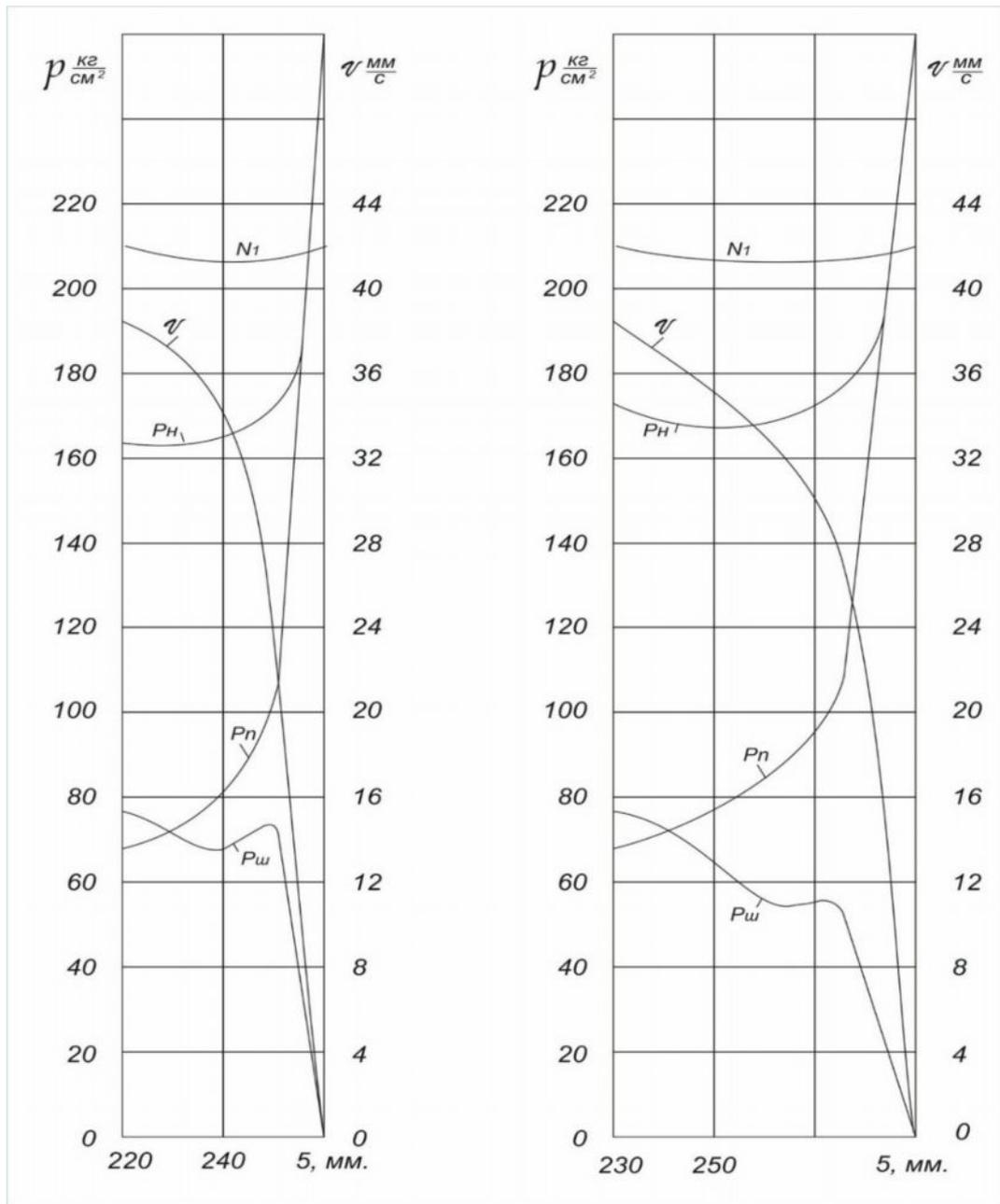


Рис. 3.10. Диаграммы изменения давления жидкости в поршневой  $P_n$ , штоковой  $P_{ш}$  камерах и напорной  $P_n$  магистрали мощности  $N$  и скорости поршня  $V_n$  ( $n = 12$ Гц,  $P_{кк} = 240$ кг/см<sup>2</sup> и смесь №1)

На участке диаграммы  $II_{2.240} \sim S_{n.n} \sim 260$  происходит существенное изменение почти всех параметров, представленных на диаграмме (кроме



мощности  $N$ ), скорость движения поршня уменьшается от  $36 \text{ мм/см}^2$ , штоковой падает от  $80 \text{ кг/см}^2$ , до нуля на это участке движения поршня, очевидно качественно изменяются механические свойства сжимаемой смеси, т. е. все (или большая часть) пустоты, поры уже заполнены и происходит изменение плотности самой смеси.

Степень сжатия смеси в пресс-форме определим по формуле:

$$\varepsilon = \frac{H}{H - S^*}; \quad (3.14)$$

где  $H$ -высота слоя недоформированной смеси (после загрузки в пресс-форму);  $S^*$ -величина перемещения поршня пресса на II участке (участок прессования). Минимальное значение равно 1, когда  $S^*=0$ , максимальное в конструкции пресс-формы пресса “ жигертас-1” составляет 2, когда  $S^*=H/2$ .

В процессе прессования степень сжатия смеси изменяется в зависимости от перемещения пуансон пресса. Степень сжатия смеси существенно влияет на характер изменения скорости поршня и давления в камерах прессующего цилиндра. На рис.3.11 приведена одна из зависимостей скорости поршня от степени сжатия смеси от 1,0 до 1,8 т.е в 1,8 раза уменьшается скорость поршня от  $44 \text{ мм/с}$  до  $33 \text{ мм/с}$ , т.е. всего в 1,33 раза, а при дальнейшем ходе поршня, когда  $\varepsilon$  возрастает до 1,95 т.е. в 1,08 раза скорость поршня  $V$  может быть объяснена значительной нелинейностью возрастания жесткости смеси при ее сжатии.

На рис. 3.12. приведена зависимость давления жидкости  $P_n$  в поршневой камере (усилия прессования) от степени сжатия смеси (смесь №1,  $P_{кк} = 210 \text{ кг/см}^2$ ,  $n = 4 \text{ Гц}$ ,  $A = 3a$ )

Зависимость нелинейная, вначале хода поршня, когда степень сжатия  $\varepsilon$  изменяется от 1,0 до 1,6 т.е. в 1,6 раза, давление жидкости (усилие прессования) изменяется от  $70 \text{ кг/см}^2$  до  $80 \text{ кг/см}^2$  т.е. всего в 1,14 раза, а при дальнейшем ходе поршня, когда степень сжатия изменяется от 1,6 до 2,0 т.е. в 1,25 раза, давление жидкости  $P_n$  возрастает от  $80 \text{ кг/см}^2$  до  $210 \text{ кг/см}^2$ , т.е. в 2,62 раза.

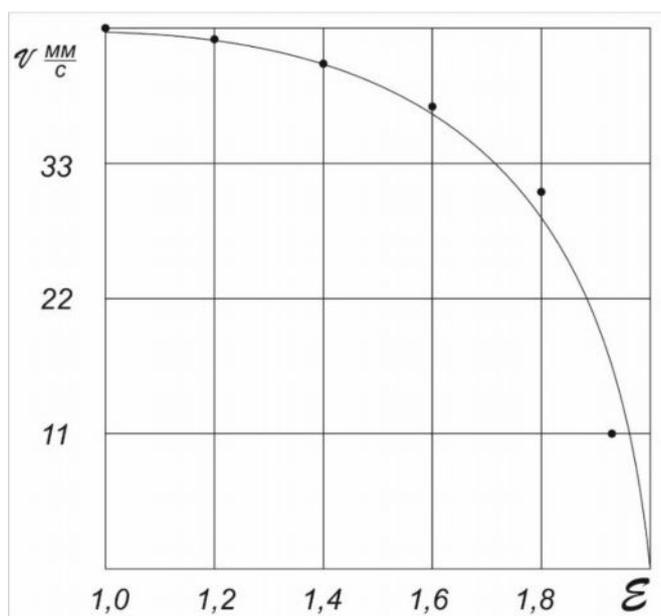


Рис 3.11. Зависимость скорости пуансона  $V$  от степени сжатия смеси  $\epsilon$   
 ( смесь №1,  $P_{\text{кк}} = 210 \text{ кг/см}^2$ ,  $n = 4 \text{ Гц}$ ,  $A = 3 \text{ а}$ )

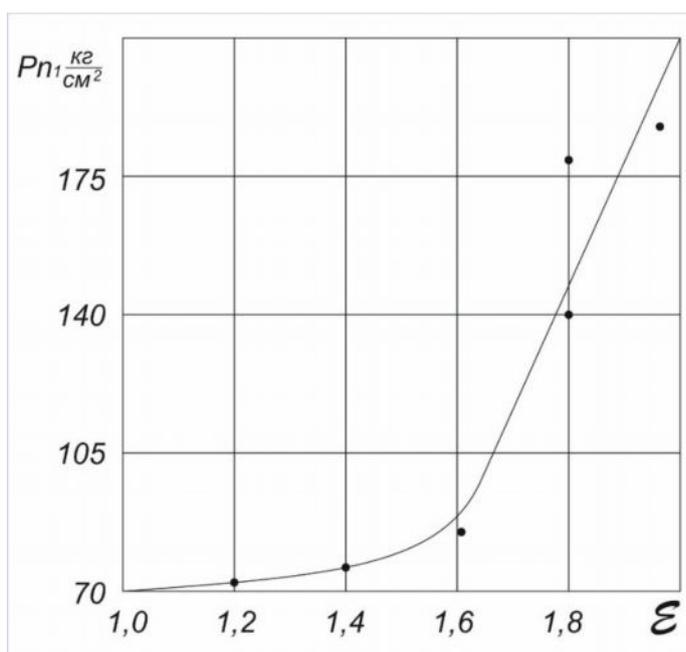


Рис. 3.12. Зависимость давления жидкости  $P_n$  в поршневой камере от степени сжатия смеси  $\epsilon$

Эту закономерность изменения давления жидкости и пропорционального ему усилия прессования можно объяснить существенно нелинейным изменением жесткости смеси и соответственным увеличением ее сопротивления сжатию.



На рис. 3.13. приведена упрощенная (линеаризованная) диаграмма определения жесткости смеси. На диаграмме выделено два линейных участка: первый когда перемещение поршня  $\Delta S_2 = 260 - 240 = 20$  мм.

На первом участке давление в поршневой камере изменилось от  $70 \text{ кг/см}^2$  до  $75 \text{ кг/см}^2$ , т.е. перепад давления составил  $\Delta P_{\text{пн}}^I = 5 \text{ кг/см}^2$  и  $\Delta P_{\text{шт}}^I = 75 \text{ кг/см}^2$ .

Средняя жесткость смеси на первом и втором участках диаграммы определялась соответственно по формулам:

$$C_1 = \frac{\Delta P_{\text{пн}}^I f_{\text{пн}} - \Delta P_{\text{шт}}^I f_{\text{шт}}}{\Delta S_1}; \quad (3.15)$$

$$C_2 = \frac{\Delta P_{\text{пн}}^{II} f_{\text{пн}} - \Delta P_{\text{шт}}^{II} f_{\text{шт}}}{\Delta S_2}; \quad (3.16)$$

где  $f_{\text{пн}}$  и  $f_{\text{шт}}$  - соответственно площади поршневой и штоковой камер гидроцилиндра.

Расчеты, проведенные по формулам (3.12) и (3.13.) показывают, что для рассматриваемого случая жесткость смеси на первом участке движения составляет  $72 \text{ кг/см}$ , а на втором  $29130 \text{ кг/см}$  т.е. отличается более чем в 400 раз.

В табл. 3.4. приложения приведены значения жесткости смесей для различных условий экспериментов, при разбиении диаграммы процесса сопоставления жесткости смесей при различных режимах прессования (статический и вибрационный) показывают, что при отсутствии вибрации максимальное значение жесткости смеси достигает величины порядка  $180000 \text{ кг/см}$ , а при работе вибратора максимальные величины жесткости составили около  $60000 \text{ кг/см}$ , и в общем случае отличаются в 2-3 раза в меньшую сторону, что может быть объяснено более благоприятным режимом уплотнения смеси при наличии вибрационных возмущений.



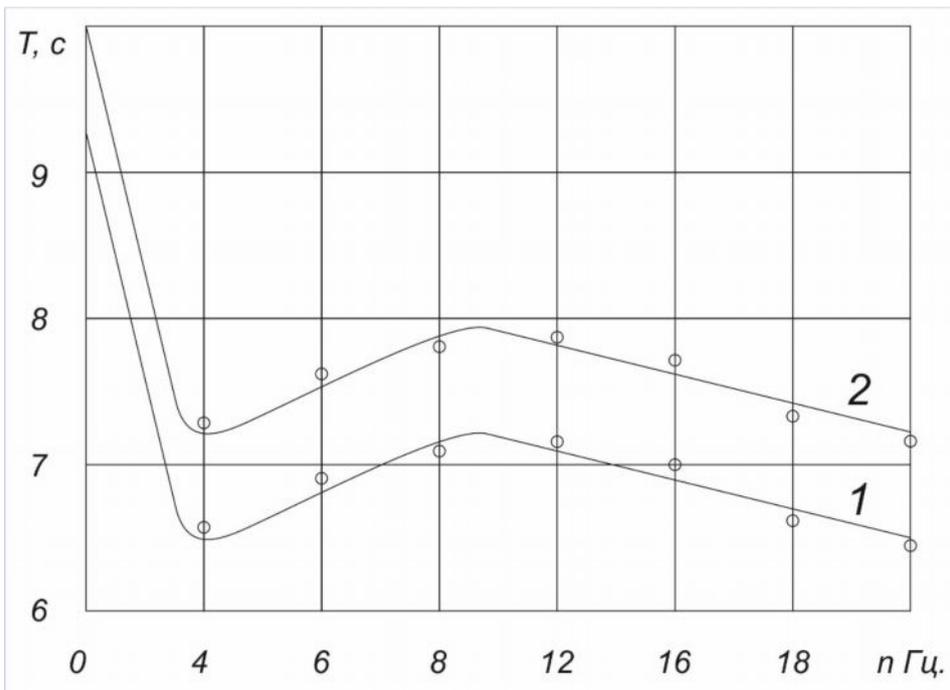


Рис. 3.14. Зависимости длительности  $T$  рабочего хода пресса от частоты вибрации цепи конвейера

Так при  $n = 0$  длительность рабочего хода составляет 9,6 сек и 10,2 сек соответственно для  $A = 5a$  и  $A = 1a$ , затем при частоте вибраций 4 Гц она уменьшается до 6,4сек.

При частоте 8 Гц имеет место рост длительности хода до 7,4 сек и 8,2 сек соответственно.

Сделать однозначный выбор частоты вибратора исходя только лишь из длительности рабочего хода пресса было бы преждевременным, так как при  $n = 4$  Гц и  $n = 20$  Гц длительности  $T$  мало отличаются. С точки зрения мощности потребляемой вибратором, которая зависит от частоты и амплитуды колебаний, частота  $n = 4$  Гц более предпочтительна, однако если учесть, что мощность вибратора составляет незначительную часть мощности привода пресса, то такое предпочтение кажется малозначительным. Поэтому для окончательного выбора частоты колебаний необходимо исследовать ее влияние на другие характеристики процесса прессования.

Ранее было установлено, что на энергетические показатели прессования наибольшее влияние оказывает второй этап сжатия прессуемой смеси - участок

$II_2$  на диаграмме по рис.3.13. назовем этот участок-«участком допрессовки»  
 разделе 2 были установлены параметры этого участка - время и мощность  
 прессования. В силу главенствующего положения этого участка во всем цикле  
 прессования и максимального значения мощности прессования сравнение  
 результатов экспериментов произведено по величине мощности прессования на  
 «участке допрессовки». На рис 3.15 приведены зависимости мощности  
 прессования  $N_{пр}$  от частоты вибратора  $n$ .

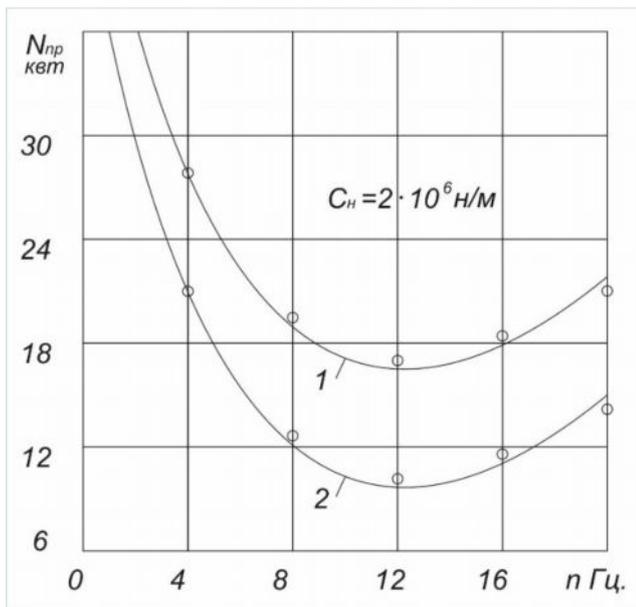


Рис. 3.15. Зависимости мощности прессования  $N_{пр}$  от частота вибрации конвейера  $n$ : 1 и 2 соответственно для смеси №1 ( $P_{кк} = 180 \text{ кг/см}^2$ ,  $A=5a$ ) и №2 ( $P_{кк} = 150 \text{ кг/см}^2$ ;  $A = 1a$ ).

При анализе полученных зависимостей нужно отметить следующее:

1. Характер изменения мощности аналогичен аналитической зависимости по рис. 3.9. различие наблюдается только в текущих величинах мощности.
2. Экспериментальная мощность для каждого значения частоты выше, нежели мощность, полученная аналитически различие составляет 4-18%.

Увеличение мощности объясняется наличием сил трения между матрицей и пуансоном пресс-формы, а также внутренним трением между частицами прессуемой смеси, которые не были учтены при аналитических исследованиях.



### 3.5. Планирование эксперимента для получения регрессионных зависимостей прочностных свойств изделия

Для проведения математических планирований эксперимента воспользуемся известными источниками /67, 76, 78/.

Тогда, сводный член уравнения  $b_0$  определяют по формуле:

$$b_0 = \sum_i^N \frac{y_u}{N_{T.n}}, \quad (3.17)$$

где  $N_{T.n}$  – число точек плана;  $y_u$  – экспериментальное значение выходного параметра в точках  $u_1 \dots u_n$  плана; если  $b_0 = \sum_i^r \frac{y_{ui}}{r_{ч.д}}$  т.е. при повторении опытов;  $r_{ч.д}$  – число дублируемых опытов по строкам матрицы.

Дисперсию воспроизводимости выходного параметра  $S_y^2$  определяют как

а) при дублировании опытов по строкам матрицы – по формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^r (y_{ui} - \bar{y}_u)^2}{N(r-1)}; \quad (3.18)$$

где  $\sum_{i=1}^r$  - сумма по строкам матрицы;  $\sum_{u=1}^N$  - то же по столбцам;  $N_{T.n}$  – общее число точек плана;  $r_{ч.д}$  - число повторных опытов в строке матрицы.

Средне квадратичную ошибку при определении коэффициентов определяют:

а) для линейных и не полных квадратичных уравнений при дублировании опытов по формуле:

$$S_{b_0} = S_{b_i} = S_{b_{ij}} = \frac{S_{y_u}}{\sqrt{N}}; \quad (3.19)$$

Расчетное значение  $t_{к.с}$  - критерия Стьюдента –  $t_p$  - для каждого коэффициента уравнения регрессии находят:

Для линейных и не полных квадратичных – по формуле:

$$t_{pb_0} = \frac{|b_0|}{S_{b_0}}, \quad t_{pb_i} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}, \quad t_{pb_{ij}} = \frac{|b_{ij}|}{S_{b_{ij}}}; \quad (3.20)$$



Определение  $t_p$  следует начинать с наименьших по абсолютному значению коэффициентов. Коэффициенты считаются значимыми, если расчетное значение  $t_p$  – критерия Стьюдента окажется больше табличного  $t_T$ , устанавливаемого в зависимости от заданного уровня значимости и числа степеней свободы  $f_y$ . В технологических исследованиях уровень значимости принимают обычно равным 0,05 или 0,1. Число степеней свободы определяют:

- при повторении опытов по строкам матрицы из условия  $f_y = N_{T.П}(r_{ч.д} - 1)$ ;
- при проведении опытов в нулевой точке из условия  $f_y = n_0 - 1$ .

Оценив значимость коэффициентов производят проверку адекватности уравнений в указанной ниже последовательности.

Дисперсию адекватности  $S_{ad}^2$  определяют:

а) для линейных и неполных квадратичных уравнений по формуле:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N \left( \hat{y}_u - \bar{y}_u \right)^2}{N - m}; \quad (3.21)$$

где  $\hat{y}_u$  - расчетное значение выходного параметра в  $u$ -той строке матрицы;

$\bar{y}_u$  - среднее значение выходного параметра по строке матрицы;  $r_{ч.д}$  - число повторных опытов в строке матрицы;  $N_{T.П}$  - общее число точек плана в матрице планирования;  $m_{з.к}$  - число значимых коэффициентов, в том числе коэффициентов  $b_0$ .

Для оценки однородности дисперсий используют  $F_T$  - критерий Фишера. Рассчитывают его по формулам:

При:  $S_{ad}^2 > S_y^2$  - по формуле  $F_p = \frac{S_{yu}^2}{S_{\bar{y}}^2}$  (3.22)

$S_{ad}^2 < S_y^2$  - формуле  $F_p = \frac{S_y^2}{S_{ad}^2}$  (3.23)

В формулах (3.18) и (3.21)  $S_y^2$  - дисперсия воспроизводимости выходного параметра  $y$ .



Его находят в зависимости от принятой доверительной вероятности (уровня значимости) и числа степеней свободы в табл. 3.7. Число степеней свободы дисперсии адекватности  $f_{ad}$  определяют:

а) для линейных и неполных квадратичных уравнений:

$$f_{ad} = N_{T.П} - m_{з.к}; \quad (3.24)$$

б) при наличии нулевых точек в плане по формуле:

$$f_{ad} = N_{T.П} - m_{з.к} - (n_0 - 1); \quad (3.25)$$

по табл. 3.6 в зависимости от степеней свободы  $f_y = N_{T.П} (r_{ч.д} - 1)$  и  $f_{ad} = n - m_{з.к}$  или  $f_{ad} = N_{T.П} - m_{з.к} - (n_0 - 1)$  (см ф-лу (3.22) и (3.23) находим  $F_T$ .

### **3.7. Регрессионные уравнения для расчета прочности кирпича полусухого прессования**

Нами была проведена подготовка к планируемому эксперименту. Для этого было подготовлена глина из карьера возле села Ала-Тоо Аламединского района Чуйской области, с начальной влажностью 5%, кварцевый песок из карьера возле села Ивановка (ивановского песка). Глина (сырье для кирпича) была подготовлена к испытанию согласно ГОСТ 7025-91.

На рис. 3.9. представлены фото-рисунки процесса проведения экспериментальных исследований.

Поставлена была задача построить математическую модель прочности кирпича полусухого прессования с целью корректировки тонкости помола глины ( $x_1$ ), влажности глины ( $x_2$ ) и содержания песка в объеме кирпича ( $x_3$ ). В качестве исходных материалов приняты: глина из месторождения села Ала-Тоо Аламединского района Чуйской области, мытый кварцевый песок крупностью 1,5 до 0,15 мм.

Выполнение экспериментов осуществляется в соответствии с планом полного факторного эксперимента (табл. 3.5 и 3.8).



Таблица 3.5 - Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровень варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
Тонкость помола глины%	$x_1$	0,14	1,32	2,5	1,18
Влажность глины %	$x_2$	8	10	12	2
Песок %	$x_3$	12	16	20	4

Коэффициенты уравнений регрессии определим соответственно по формулам (3.17 - 3.22):

$$b_0 = \frac{56}{8} = 7,0 \quad b_1 = \frac{-12,26}{8} = -1,55 \quad b_{23} = \frac{-1,14}{8} = -0,14 ;$$

где соответственно 130,22; -18,22 и 6,4 - данные из табл.3.6; 16- число опытов по строкам матрицы.

Точно также определим значения остальных коэффициентов уравнений регрессии и вносим их в таблице 3.6.

Определяем статистические характеристики:

а) дисперсию воспроизводимости  $S^2(y)$  – по формуле (3.21); результаты расчета вносим в табл. 3.7.

$$S_y^2 = 9,22/8(3-1) = 0,6;$$

б) среднеквадратичное отклонение  $S(y)$ - по формуле (3.18):

$$S_y = \sqrt{0,6} = 0,7;$$

в) среднеквадратическую ошибку  $S(b)$  при определении коэффициентов уравнений регрессии – по формуле (3.22):

$$S_{b0} = S_{b1} = S_{bij} = \frac{0,7}{\sqrt{8}} = \frac{0,7}{2,83} = 0,24 ;$$

г) t - критерий Стьюдента



табличное значение  $t_T$  - по табл.3.6 (при  $\alpha=0,05$ -уровень значимости доверительной вероятности 0,95); для данного примера при  $f(y) = N_{T.П} \cdot (r_{ч.д} - 1) = 8 \cdot (3-1) = 16$  - степень свободы получим  $t_T = 1,75$ .

Определяем расчетные значения  $t_p$  по формулам (3.24) для установления значимости коэффициентов уравнения регрессии:

$$t_1 = \frac{-1,545}{0,24} = -6,46; t_2 = \frac{1,883}{0,24} = 7,9; t_3 = \frac{-0,445}{0,24} = -1,88; t_{12} = \frac{1,04}{0,24} = 4,33$$

$$t_{13} = \frac{-0,435}{0,24} = -1,81; t_{23} = \frac{-0,14}{0,24} = -0,58$$

Таблица 3.6 - Расчет дисперсии воспроизводимости по строкам матрицы

Точка плана и	$(y_1 - \bar{y}_w)^2$	$(y_2 - \bar{y}_w)^2$	$(y_3 - \bar{y}_w)^2$	$\sum S_{(y)}^2$
1	$(4,96-4,4)^2 = 0,31$	$(3,40-4,4)^2 = 1$	$(4,86-4,4)^2 = 0,2$	1,52
2	$(6,3-5,6)^2 = 0,49$	$(4,52-5,6)^2 = 1,2$	$(5,86-5,6)^2 = 0,06$	1,75
3	$(4,56-3,77)^2 = 0,62$	$(3,42-3,77)^2 = 0,12$	$(3,33-3,77)^2 = 0,2$	0,94
4	$(11,56-10,67)^2 = 0,8$	$(9,9-10,67)^2 = 0,6$	$(10,56-10,67)^2 = 0,01$	1,41
5	$(5,52-4,82)^2 = 0,49$	$(4,29-4,82)^2 = 0,3$	$(4,66-4,82)^2 = 0,03$	0,82
6	$(7,96-7)^2 = 0,92$	$(6,2-7,0)^2 = 0,64$	$(6,86-7,0)^2 = 0,02$	1,58
7	$(7,86-7,48)^2 = 0,14$	$(7,49-7,48)^2 = 0,0$	$(7,09-7,48)^2 = 0,2$	0,34
8	$(12,96-12,26)^2 = 0,49$	$(12,16-12,26)^2 = 0,01$	$(11,66-12,26)^2 = 0,36$	0,86
				Сумма 9,22
				$S_y^2 = 9,22/8(3-1) = 0,6$ дисперсия воспроизводимости



Таблица 3.7 - Матрица планирования, экспериментальные и расчетные данные

Точки плана $u_N$	Факторы			$R_6^3$ , МПа			Среднеарифм. значен. прочности. $\bar{y}_u$	Линейных членах			Взаимодействиях		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$		$\bar{y}x_1$	$\bar{y}x_2$	$\bar{y}x_3$	$\bar{y}x_1x_2$	$\bar{y}x_1x_3$	$\bar{y}x_2x_3$
1	+1	+1	+1	4,96	3,40	4,86	4,4	+4,4	+4,4	+4,4	+4,4	+4,4	+4,4
2	+1	-1	+1	6,3	4,52	5,86	5,6	+5,6	-5,6	+5,6	-5,6	+5,6	-5,6
3	-1	+1	+1	4,56	3,42	3,33	3,77	-3,77	+3,77	+3,77	-3,77	-3,77	+3,77
4	-1	-1	+1	11,56	9,9	10,56	10,67	-10,67	-10,67	+10,67	+10,67	-10,67	-10,67
5	+1	+1	-1	5,52	4,29	4,66	4,82	+4,82	+4,82	-4,82	+4,82	-4,82	-4,82
6	+1	-1	-1	7,96	6,20	6,86	7,0	+7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	+7,0
7	-1	+1	-1	7,86	7,49	7,09	7,48	-7,48	+7,48	-7,48	-7,48	+7,48	-7,48
8	-1	-1	-1	12,96	12,16	11,66	12,26	-12,26	-12,26	-12,26	+12,26	+12,26	+12,26
Сумма							56	21,82- 34,18= =- 12,36	20,47- 35,53= =-15,06	24,44- 31,56= =-7,12	32,15- 23,85= =8,3	29,74- 26,26= =-3,48	27,43- 28,57= =-1,14
Коэффициенты							$X_0=$ $b_0=7$	$b_1=$ -1,545	$b_2=$ -1,883	$b_3=$ -0,445	$b_{12}=$ 1,04	$b_{13}=$ -0,435	$b_{23}=$ -0,14



Так как  $t_{23} < t_{\tau}$ , коэффициент  $b_{23}$ , т.е; 0,14 соответственно незначим (в таб. 3.7 они подчеркнуты). С учетом значимости коэффициентов математическая модель прочности кирпича будет иметь следующий вид:

- общая формула для трехфакторного эксперимента:

$$Y_{\{3\}} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + M + b_{23} x_2 x_3$$

модель без значимых коэффициентов:

$$Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1 x_1 - 1,9_2 x_2 - 0,45_3 x_3 + 1,04_{12} x_1 x_2$$

Расчет прочностей на все виды сочетаний значимых факторов

1.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(+1)_1 - 1,9_2(+1)_2 - 0,45_3(+1)_3 + 1,04_{12}(+1)_1(+1)_2 - 0,44(+1)(+1) = 3,7$
  2.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(+1)_1 - 1,9_2(-1)_2 - 0,45_3(+1)_3 + 1,04_{12}(+1)_1(-1)_2 - 0,44_{13}(+1)_1(+1)_3 = 5,42$
  3.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(-1)_1 - 1,9_2(+1)_2 - 0,45_3(+1)_3 + 1,04_{12}(-1)_1(+1)_2 - 0,44_{13}(-1)_1(+1)_3 = 4,7$
  4.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(-1)_1 - 1,9_2(-1)_2 - 0,45_3(+1)_3 + 1,04_{12}(-1)_1(-1)_2 - 0,44_{13}(-1)_1(+1)_3 = 10,6$
  5.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(+1)_1 - 1,9_2(+1)_2 - 0,45_3(-1)_3 + 1,04_{12}(+1)_1(+1)_2 - 0,44_{13}(+1)_1(-1)_3 = 5,48$
  6.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(+1)_1 - 1,9_2(-1)_2 - 0,45_3(-1)_3 + 1,04_{12}(+1)_1(-1)_2 - 0,44_{13}(+1)_1(-1)_3 = 7,2$
  7.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1 x_1 - 1,9_2 x_2 - 0,45_3 x_3 + 1,04_{12} x_1 x_2 - 0,44_{13} x_1 x_3 = 6,5$
  8.  $Y_{\{3\}} = 7 - 1,55_1(-1)_1 - 1,9_2(-1)_2 - 0,45_3(-1)_3 + 1,04_{12}(-1)_1(-1)_2 - 0,44_{13}(-1)_1(-1)_3 = 11,5$
- (3.26)

д) Определяем дисперсию адекватности  $S_{ad}^2$  по формуле (3.19):

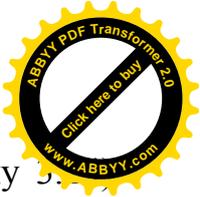
$$S_{ad}^2 = \frac{3,4 \times 3}{8 - 6} = 4,4 = 5$$

где 3,4- сумма из табл. 3.6; 3- число опытов по строкам матрицы; 6- число принятых значимых коэффициентов (табл. 3.7).

в) Находим значение критерия Фишера:

расчетное -  $F_p$  - по формуле (22); для данного примера:

$$F_p = \frac{3,4}{0,6} = 5,6 ;$$



где 0,6- численное значение дисперсии воспроизводимости (см. формулу 3.5).  
Табличное  $F_T$  - по интерполяции из табл. 3.6, при  $f_y = 8(3-1) = 16$  и  $f_{ad} = 8-6 = 2$   
табличное значение критерия Фишера будет:  $F_T = 8,73$ .

Поскольку  $F_p < F_T$ , то данное уравнение регрессии является адекватным /78/.

Таблица 3.8 - Расчет дисперсии адекватности

Точки плана u	$\hat{y}$	$\bar{y}_n$	$(\bar{y}_n - \hat{y})$	$(\bar{y}_n - \hat{y})^2$
1	3,7	4,4	0,7	0,49
2	5,42	5,6	0,18	0,0324
3	4,72	3,77	0,95	0,9
4	10,6	10,67	0,07	0,005
5	5,48	4,82	-0,66	0,44
6	7,2	7,0	-0,2	0,04
7	6,5	7,48	0,98	0,96
8	11,5	12,26	0,76	0,58
	Сумма			3,4



## Заклучение к третьей главе

1. Кинематический анализ представленного устройства для уплотнения полусухих смесей показал, что смесь в форме уплотняется в результате вертикального перемещения пуансона, создающей в последней деформации сжатия. Величина пуансона зависит от высоты шарнирного параллелограмма, угла наклона его боковых стоек. В зависимости от характеристики смесей необходимо менять режимы работы устройства. Для этого в его конструкции предусмотрена возможность изменения параметров, влияющих на режим уплотнения.
2. В результате исследования динамики ударного рабочего органа получены инерционные и кинематические характеристики основных элементов пресса. Результаты исследования показали, что зависимости изменения перемещений и угловых скоростей привода и рабочего органа находятся в пределах допустимого. Всплеск нагрузок в переходном процессе отсутствует.
3. Для проведения кинетостатического анализа разработана 3D модель рабочего органа ударного действия.
4. В лабораторных условиях на гидравлическом прессе изучено изменение физико-механических характеристик прессуемой смеси в процессе их нагружения. В результате исследования установлены диаграммы изменения нагрузки, затраченной мощности и скорости прессования. А также определено значение жесткостей прессуемой полусухой смеси. Получены зависимости для определения длительности рабочего хода и затрачиваемой мощности на прессование в функции от частоты колебания цепного конвейера в продольном направлении.
5. Обоснован выбранный план и условия проведения многофакторного планирования эксперимента, определены функции, цели и исследуемые параметры для комплексного изучения процесса полусухого формования глиняных материалов и подобранных шихт. В результате исследования получены уравнения регрессии для расчета прочности кирпича-сырца в диапазоне изменения выбранных факторов.



## ГЛАВА IV. ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧЕЙ, РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗРАБОТОК НА ПРАКТИКЕ

### 4.1. Конструктивная схема кирпичеделательного пресса

С учетом вышеизложенного разработана конструкция пресса непрерывного действия (созданная согласно патенту КР № 1214), общий вид которого приведен на рис. 4.1. Установка состоит из рамы 1, бункера - питателя 2 для формовочной смеси, конвейера 3 с Г-образными пластинами 4 с горизонтальными 5 и вертикальными 6 полками, щек 7 с продольными пазами 8, П-образного нагнетателя 9, прикрепленного к балке 10, опирающейся шарнирно посредством рычагов 11 на раму 1, кривошипно-шатунного механизма 12, стабилизатора 13 рамной конструкции с заглаживающей плитой 14, опор 15, служащих для шарнирного прикрепления стабилизатора к щекам 7, ванны 16. В стойке 17 и перемычке 18 нагнетателя имеются окна, обеспечивающие подачу формовочной смеси из бункера-питателя 2 в формы, образованные Г-образными пластинами 4 и щеками 7. К перемычке 18 прикреплен амортизирующий уплотнитель 19, выполненный, например, из листовой резины средней твердости, и служащий для предотвращения жестких ударов по вертикальным 6 полкам Г-образных пластин 4.

Установка работает следующим образом. Формовочная смесь из бункера-питателя 2 в определенном количестве непрерывно поступает в формы, образованные Г-образными пластинами 4 и щеками 7. Пластины 4 с необходимой скоростью конвейером 3 непрерывно перемещаются между щеками 7, подавая смесь под нагнетатель 9, который, совершая шагающее движение перпендикулярно направлению конвейера от кривошипно-шатунного коромыслового механизма 12, послойно трамбуется амортизирующим уплотнителем 19 формовочную смесь на уровень вертикальных 6 полок пластин 4. В процессе трамбования имеет место динамическое воздействие на смесь (в

прототипе - статическое), что позволяет при меньшем усилии получить тот же результат. Стабилизатор 13, прикрепленный шарнирно к щекам 7 с помощью опор 15, предотвращает высыпание формовочной смеси и обеспечивает заглаживание верхней поверхности изделия путем качания стабилизатора нагнетателем 9. Усилие уплотнения воспринимается продольными пазами 8 щек 7, которые одновременно гарантируют горизонтальность и жесткость Г-образных пластин 4, поскольку в пазах 8 находятся горизонтальные 5 полки пластин 4. При выходе пластин 4 с изделием из зоны воздействия нагнетателя 9 изделие обладает распалубочной прочностью. Поэтому длина щек 7 ограничена зоной действия нагнетателя 9 и стабилизатора 13. Этим механизмуется распалубка поперечных стенок формы. При огибании звездочки конвейера 3 Г-образные пластины 4 поворачиваются по отношению друг к другу, и происходит распалубка продольных стенок формы, образованной вертикальными 6 полками Г-образных пластин. Изделие освобождается и за счет сил тяжести сползает с Г-образной пластины на приемное устройство и тем самым механизмуется операция удаления изделия из формы. Освободившиеся от изделия Г-образные пластины 4 на нижней ветви конвейера 3 окунаются в жидкость, например, воду, находящуюся в ванне 16. Смачивание обеспечивает хорошее отлипание изделия и его товарный вид.

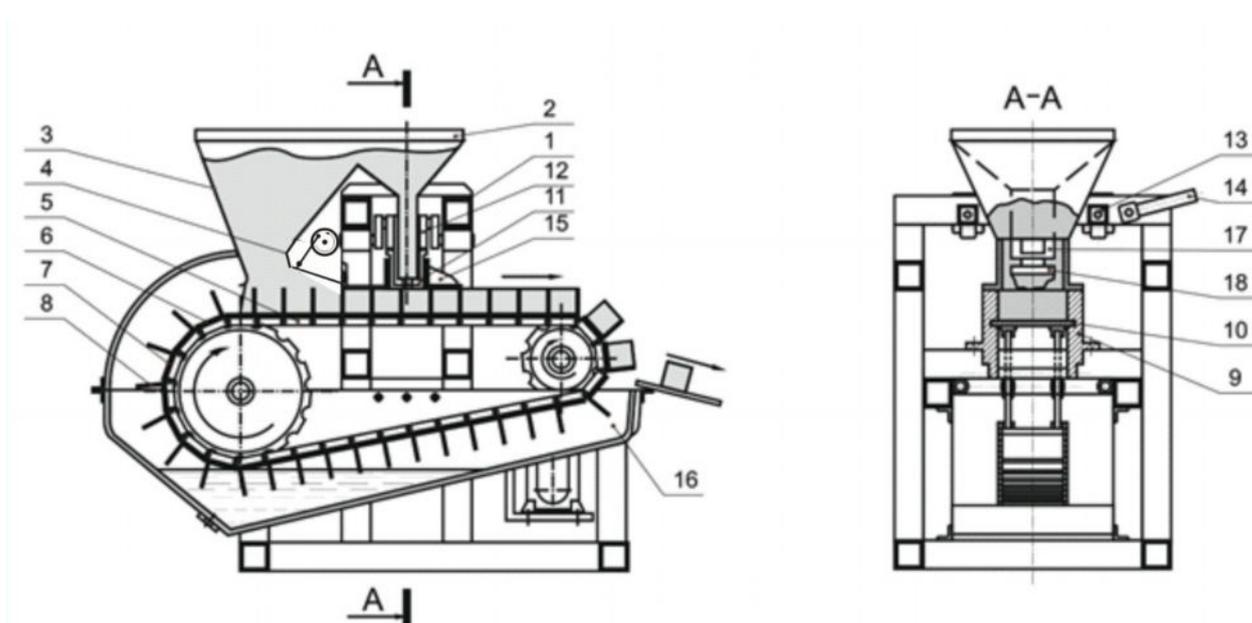
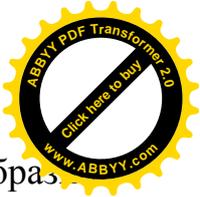


Рис. 4.1. Конструктивная схема прессы с подвижным формованием кирпича



Изделие освобождается и за счет сил тяжести сползает с Г-образной пластины на приемное устройство и тем самым механизмуется операция удаления изделия из формы. Освободившиеся от изделия Г-образные пластины 4 на нижней ветви конвейера 3 окунаются в жидкость, например, воду, находящуюся в ванне 16. Смачивание обеспечивает хорошее отлипание изделия и его товарный вид.

Проект прессы разработан коллективом авторов под руководством проф. А. Асанова. Механизм динамического уплотнения полусухой смеси в прессе представляет собой кривошипно-шатунный коромысловый ударный механизм, в котором коромысло выполнено в виде параллелограмма, на котором смонтирован прессующий орган. В качестве узла предуплотнения прессуемой массы использованы приводные валки. Можно предположить, что при формовании изделий из несвязанных смесей эффект предварительного уплотнения снижается за счет выдавливания и слабого воздействия.

#### **4.2. Расчет цепного конвейера прессы непрерывного действия**

Цепной конвейер предназначен для транспортирования тяжелых крупнокусковых материалов, а также тарные и штучные грузы. В цепных конвейерах тяговым элементом обычно является длиннозвенная пластинчатая цепь, движение которой передается через ведущую звездочку от приводных устройств.

В зависимости от типа несущего органа цепные конвейеры делятся на пластинчатые, скребковые, ковшовые, люлечные, тележечные и др.

Один из вариантов такого конвейера нами применен в конструкции прессы непрерывного действия (ПНД), которая представлена в виде кинематической схемы на рис. 4.2. В этой кинематической схеме приведены все элементы ПНД с необходимыми исходными данными для расчета в системе Mathcad.

Конвейер ПНД состоит из двух параллельных тяговых цепей, к которым прикреплены поперечные пластины для выпуска штучного груза - кирпич, а привод получает от цепи. Цепи огибают приводные и натяжные звездочки.



Расчет основных показателей цепного конвейера прессы непрерывного действия представлен в приложении 1.

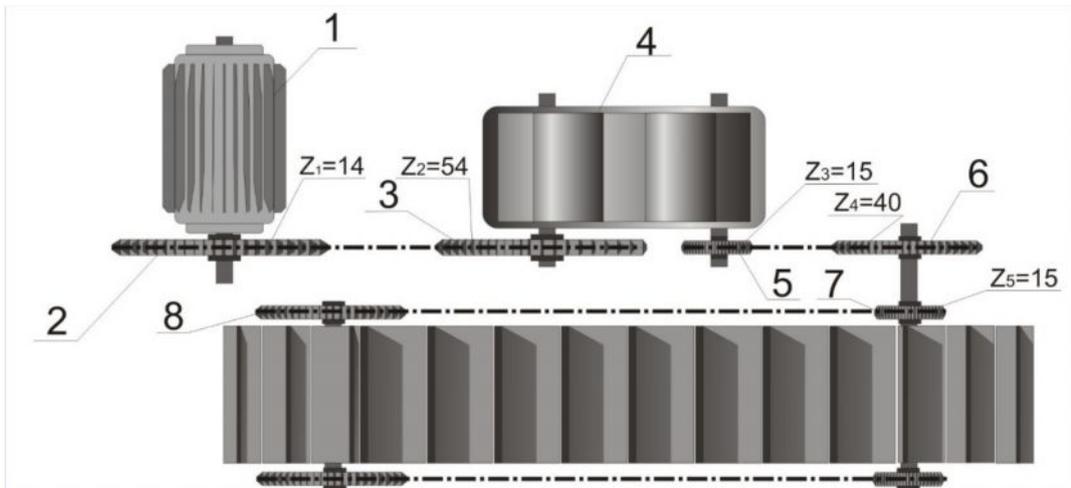


Рис. 4.2. Кинематическая схема прессы непрерывного действия:

1 - электродвигатель, 2 - ведущая звездочка, 3 - ведомая звездочка от вала редуктора, 4 - Редуктор, 5 - выходная звездочка от ведомого вала редуктора, 6, 7 - ведущая звездочка конвейера, 8 - ведомая звездочка конвейера.

Вращение от электродвигателя на приводные вал ведущей звездочки передается с помощью редуктора. Натяжение цепей осуществляется с помощью винтового устройства.

Вытяжка цепей мала, поэтому натяжное устройство в цепных (пластинчатых) конвейерах выполняют винтовыми натяжными устройствами, имеющим ход винта:

$$S_n = (1,6 \dots 2,0) \cdot t_{ц}, мм \tag{4.1}$$

где  $t_{ц}$  – шаг цепи, по ГОСТ 13568-75 принимаем однорядный приводной роликочный цепь, к пластинам цепей крепится настил, состоящий из металлических пластин.

Пластинчатые конвейеры классифицируют:

- по наличию и конструкции бортов: с настилами без бортов; с неподвижными бортами, укрепленными на пластинах настила.
- по виду профиля настила: плоский, волнистый или коробчатый;
- по типу настила: легкий, средний и тяжелый.



Погонный вес настила определяется по формуле:

$$g_0 = 60 \cdot B + k, \quad \text{кг/м} \quad (4.2)$$

где  $B$  - ширина настила,  $B = 25,4 \text{ мм} = 0,0254 \text{ м}$ ;  $k$  - коэффициент, зависящий от типа настила:  $k = 65, 80$  и  $100$  соответственно для легкого, среднего и тяжелом типа настила.

Номинальная ширина настила и высота бортов взаимосвязаны. Так, настилы шириной  $800, 1000,$  и  $1200 \text{ мм}$  –  $h = 200 \text{ мм}$ .

Номинальной шириной  $B$  настила считается расстояние между бортами, а номинальной высотой  $h$  борта - расстояние от рабочей поверхности настила до верха борта.

Рассчитанные в зависимости от необходимой производительности конвейера и размеров кусков транспортируемого материала ширина настила и высота бортов округляется до ближайших больших стандартных. При транспортировании штучных грузов ширина настила конвейера принимается на  $100 \dots 150 \text{ мм}$  больше максимального габаритного размера груза. Пластинчатые конвейеры относятся к тихоходным транспортирующим машинам, что является следствием применения цепей в качестве тягового органа и стремления уменьшить динамические усилия, появляющиеся вследствие неравномерности движения цепей. Скорость настила обычно изменяется в пределах  $0,2 \dots 0,6 \text{ м/с}$ , а для нашего случая скорость  $0,35 \text{ м/с}$ .

Для расчета цепного конвейера ПНД натяжение цепи в точке  $S_3$  (предварительно) принимаем равным  $17240 \text{ Н}$ , тогда при обходе тягового органа против часовой стрелки получим следующие значения натяжений, а в характерных точках рис. 4.3.

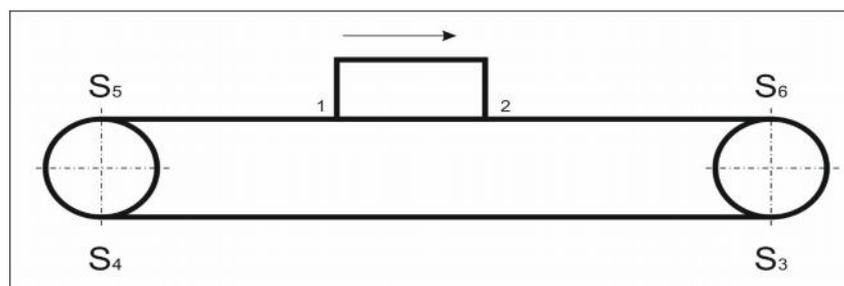


Рис. 4.3. Характерные точки в цепном конвейере



Алгоритм расчета:

1. Общая масса транспортируемого груза, кг:

$$G_{гр} = n_{чтмиз} \cdot m_{изд} \text{ кг}; \quad (4.3)$$

где  $n_{чтмиз}$  - число транспортируемых изделий,  $n_{чтмиз} = 8$ ;  $m_{изд}$  – масса одного изделий, кг;  $m_{изд} = 4,2 \text{ кг}$ .

2. погонная масса транспортируемого груза, кг/м:

$$Q_{пм} = \frac{G_{гр}}{L} \text{ кг/м}; \quad (4.4)$$

где  $L$  – длина транспортера,  $L = 6,0 \text{ м}$ .

Предварительно примем в качестве тягового органа цепь ПР-44,45-17240 по ГОСТ13568-75, масса 1м цепи,  $m = 7,5 \text{ кг}$ , а натяжение цепи в точке  $S_3$  принимаем (рис.2.10) равным 17240 Н, тогда при обходе тягового орган против часовой стрелки получим следующие значения натяжений в характерных точках:

3. Натяжение цепи в точке  $S_4$ , Н

$$S_4 = S_3 + q_0 \cdot g \cdot L \cdot \omega_{нц}, \quad (4.5)$$

где  $q_0$  – погонный вес настила, кг/м,  $q_0 = 8,52 \text{ кг}$ , натяжение цепи в точке  $S_3$  принимаем равным  $S_3 = 17240 \text{ Н}$ ;  $\omega_{нц}$  – коэффициент сопротивления перемещению холостой ветви выбираем из источника [3] (для катков на подшипниках скольжения по табл.4.15)  $\omega_{нц} = 0,030$ .

Погонный вес настила определяется по формуле:

$$g_0 = 60 \cdot B + k \text{ кг/м}; \quad (4.6)$$

где  $B$  - ширина настила,  $B = 25,4 \text{ мм} = 0,0254 \text{ м}$ ;

$k$  - коэффициент, зависящий от типа настила:  $k = 65, 80$  и  $100$  соответственно для легкого, среднего и тяжелом типа настила.

4. Натяжение цепи в точке  $S_5$ , Н:

$$S_5 = \zeta \cdot S_4, \quad (4.7)$$

5. Натяжение цепи в точке  $S_6$ , Н:



$$S_6 = S_5 + g \cdot (Q_{n.m} - q_k) \cdot L \cdot \omega; \quad (4.8)$$

Таким образом, максимальное значение натяжения цепи на рис. 4.5. представлена эпюра натяжения цепи:

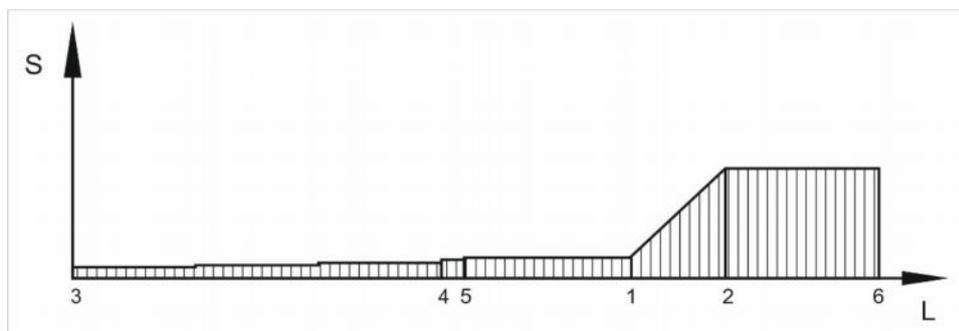


Рис. 4.5. Эпюра натяжения цепи

6. Общая масса перемещаемого груза и тягового органа, кг:

$$m_{\text{общ}} = (\kappa_1 \cdot Q_{ц.к} + \kappa \cdot q_0) \cdot L; \quad (4.9)$$

где  $Q_{ц.к}$  – производительность конвейера из экономического показателя нового пресса,  $Q_{ц.к} = 1,512 \text{ м/ч}$ ;  $\kappa_1 = 1$  – коэффициент участия массы транспортируемого груза;  $\kappa = 2$ . – коэффициент участия массы холостой ветви

Скорость движения конвейера:

$$v = \omega_{ц.к} \cdot l_{ц.к}; \quad (4.10)$$

где  $n$  – число оборотов;  $n = 22,4 \text{ об/мин}$ ,  $l_{ц.к} = 1,5 \text{ м}$  – длина конвейера.

7. Максимальное ускорение,  $\text{м/с}^2$ :

$$a = \frac{60 \cdot v^2}{(z^2 \cdot t_{ц})}; \quad (4.11)$$

где  $v$  – максимальная скорость транспортировки,  $v = 3,5 \text{ м/мин}$ ;  $z$  – принятое число зубьев приводной звездочки,  $z = 15$ ;  $t_{ц}$  – принятый шаг цепи,  $\text{м}$ ;  $t_{ц} = 45 \text{ мм} = 4,5 \text{ см}$ .

8. Динамическая нагрузка на цепь, Н:

$$F_0 = m_{\text{общ}} \cdot a; \quad (4.12)$$

9. Разрывное усилие цепи, Н:

$$S_{p.yc} = K_3 \cdot (S_{\text{max}} + F_0); \quad (4.13)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса,  $K_3 = 1,15$ .



Окончательно выбираем тяговую цепь ПР50,8 - 22680 по ГОСТ 13568 (цепь однорядный приводной роликовый типа ПР нормальной серии; 22680 - разрушающая нагрузка, кгс; 50,8 - шаг в мм) /3/.

10. Необходимое усилие в цепи, Н:

$$P = (S_6 - S_3) \cdot \xi ; \quad (4.14)$$

11. Мощность двигателя, кВт:

$$N_{дв} = P \cdot \left( \frac{v}{1000 \cdot \eta} \right) ; \quad (4.15)$$

По расчетным данным из справочника принимаем асинхронный короткозамкнутый электродвигатель серии МТК5 111-64, N=5,5 кВт,  $n_{дв.к} = 1000 \text{ об/мин}$

12. Крутящий момент на приводном валу конвейера, Н·м :

$$M_{кр} = P \cdot \frac{D_o}{2} ; \quad (4.16)$$

13. Частота вращения звездочки, об/ мин:

$$\omega_{ц.к} = \frac{\pi \cdot n}{30} ; \quad (4.17)$$

14. Передаточное отношение цепного конвейера:

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} ; i_{3,4} = \frac{z_4}{z_3} . ; \quad (4.18)$$

Зная передаточные число привода конвейера, определим передаточных отношений для всего привода ПНД, а по расчетным данным принимаем цилиндрический редуктор РМ-250 из источника /3/.

Из кинематической схемы рис. 2.12 и с помощью формулы 4.17, 4.18 определим передаточные отношения для всего привода ПНД:

-  $n_1 = 1000 \text{ об/мин}$ , зная число оборотов вала электродвигателя определим для всего привода ПНД передаточное отношение цепной передачи от двигателя к

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{54}{14} = 3,6 \text{ отсюда определим число оборотов входа}$$

редуктору тогда, имеем



$$\text{редуктора } n_2 = \frac{1000}{3,9} = 256,4; \quad n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{ред.вх}}} = \frac{256,4}{18,5} = 20,5 \text{ об / мин.}$$

где  $i_{\text{ред.вх}} = 18,5$  – передаточное число редуктора РМ-250. Далее определим передаточное отношение  $i_{3,4}$ , которого определим по формуле:

$$i_{3,4} = \frac{z_4}{z_3} = \frac{40}{15} = 2,7 \text{ отсюда определим } n_4 \text{ число оборотов ведущего вала}$$

$$\text{цепного конвейера ПНД: } n_4 = \frac{n_3}{i_{3,4}} = \frac{20,5}{2,7} = 7,5 \text{ об / мин.}$$

Для полученного значения число оборотов ведущего вала ПНД определим угловую скорость вращения по известной зависимости /109/:

$$\omega_{\text{цеп.кон}} = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 7,5}{30} = 0,785 \text{ с}^{-1}.$$

Из полученных расчетных данных можно сделать вывод:

1. Из этого следует, что число оборотов выходного вала конвейера ПНД имеет 7,5 об/мин. Данные значения соответствует с экспериментальным данным ПНД, что при проведении экспериментальных исследований за одну минуту получили 7 штук готовых изделий.
2. Расчетные значения угловой скорости можно использовать для расчета в системе Mathcad.

На рис. 4.6. приведена разработанная и созданная установка для непрерывного формования изделий из порошкообразной массы, например, из полусухой глины в смеси с песком.



Рис. 4.6. Изготовленный образец установки непрерывного формования глиняных кирпичей

Техническая характеристика ПНД

Производительность, шт. кирпича/ч.....	360
Длина конвейера мм .....	1500
Максимальная глубина засыпки пресс-форм, мм.....	250
Установленная мощность, кВт .....	9 кВт.
Габаритные размеры, мм .....	1235x2200x1800
Масса, кг. ....	0,375.

Таким образом установка обеспечивает непрерывное автоматическое формирование кирпичей. К примеру партия кирпича полусухого прессования, испытанная на прочность, показали в среднем 7,7 МПа (расчетная  $p = 7,9$  МПа, см. глава 2.4 зависимость (2.32)), соответствующее марке М 75, что практически отвечает нормативным прочностным характеристикам, предъявляемым к таким изделиям /5/.

На основе разработанного пресса для непрерывного формирования кирпича-сырца полусухим способом разработана технология их малотоннажного производства.

Реализация технологии получения кирпичей полусухого прессования возможна при подборе необходимого механического оборудования. Согласно приведенной на рис. 4.7. схеме линия для производства кирпича состоит из: 1-глинозасыпник, 2-приготовление смеси из глины, 3-камнеулавнитель, 4-валковый дробитель, 5-бункер смеситель, 6-пресс непрерывного действия, 7-конвейер, 8-транспортировка, 9-обжиг, 10-транспортировка.

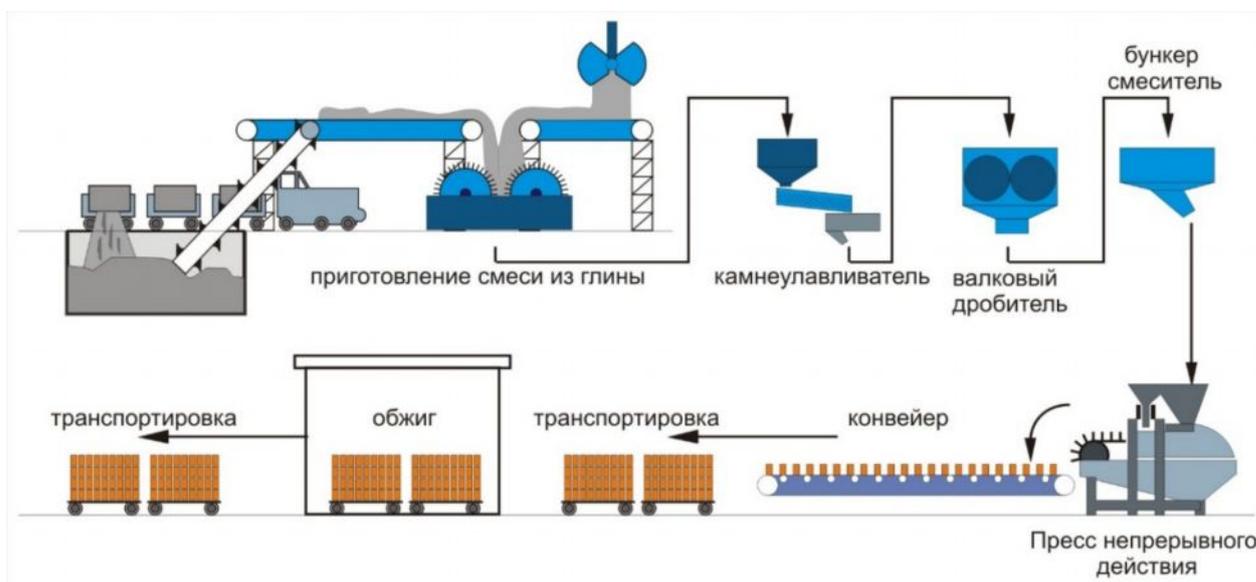


Рис.4.7. Технологическая цепочка оборудования для получения кирпича полусухим способом на основе разработанного пресса

Для выпуска без обжигового кирпича разработан компьютерная модель технологической линии которая представлена на рис. 4.8.

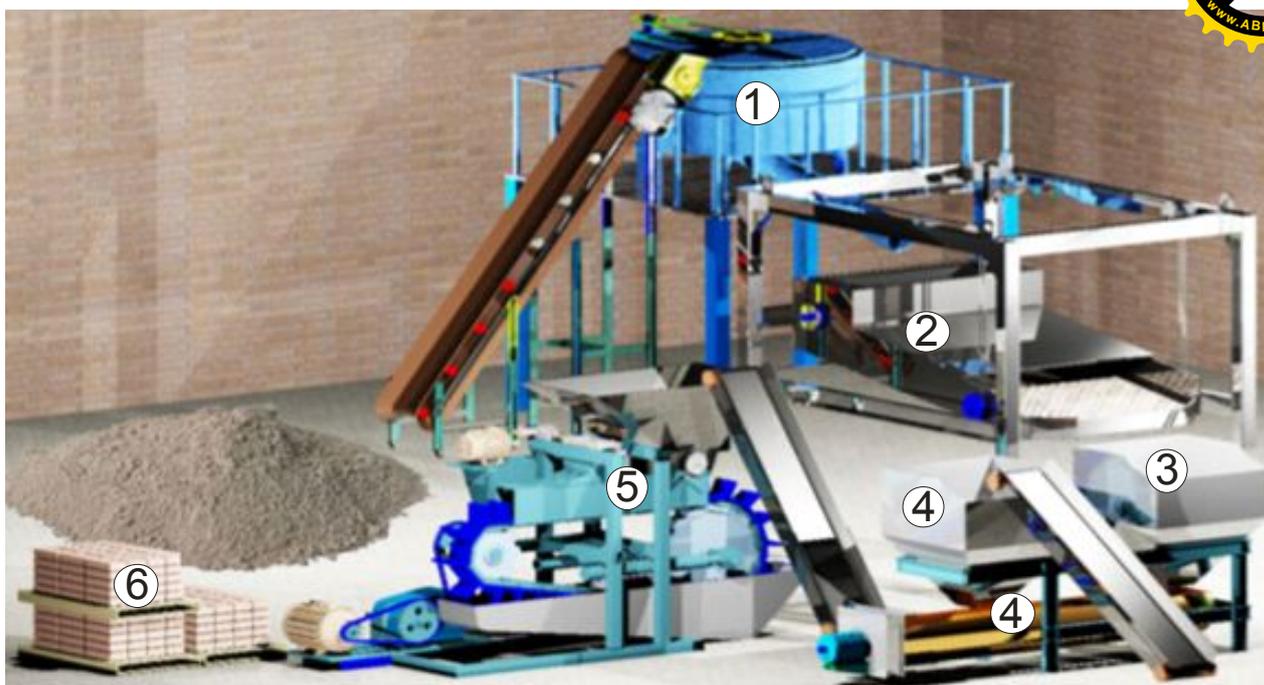


Рис. 4.8. Технологический комплекс для производства топлива содержащих сформованных тел: 1 – шредер; 2 – грохот; 3 – бункера для глины и песка; 4 – смеситель; 5 – пресс непрерывного действия; 6 – складирование; 7 – конвейеры.

Исходное сырье подвергается по стадийному измельчению в шредере 1, последующему просеиванию 2 и подаются к накопителю в бункер 3, далее поступает в смеситель 4 со связующими (с песком), находящимися в емкости. Готовый порошкообразный смесь транспортируется конвейером 7 который поступает ПНД. В ПНД смесь прессуется и из неё выходит готовая продукция (кирпич). Технологический комплекс может быть также использован для утилизации отходов деревообрабатывающей промышленности – опилок с нефтешламовым связующим (НШС).

Согласно проведенным нами экспериментальным исследованиям исходные отходы деревообрабатывающего производства размером  $d_{cp} \leq (2 \div 2,5) \cdot 10^{-3}$  м загружаются в приемные бункера 6, 7 смешиваются с нагретым до  $T = 55 \div 60^\circ\text{C}$  НШС ( $C_{св} = 40\%$ ) в смесителе 9.



### 4.3. Инженерная методика расчета параметров прессы подвижного формирования кирпичей

Настоящая методика позволяет производить расчеты кинематических, конструктивных, силовых и энергетических параметров основных механизмов прессы. В основу расчетов положены результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, а также известные общие положения аналитической механики и сопротивления материалов. Структурная и кинематическая схема прессы принимаются исходя из анализа возможных структур и минимального числа энерго-преобразующих элементов.

#### I. Исходные данные:

1. Вид изделия - кирпич сплошной.
2. Объем готового изделия  $V_{г.з}$  его форма и размеры: длина  $l$ , ширина  $\alpha$ , высота  $h$ .
3. Техническая производительность прессы -  $\Pi$ .
4. Требования к прочности изделия – марка кирпича.
5. Характеристика исходной смеси: плотность  $\rho$ , влажность  $W$ , жесткость  $C_1$ ,  $C_2$ , степень сжатия  $\varepsilon$ .
6. Максимальное внутреннее напряжение сжатия смеси  $\sigma_m$ . Согласован с экспериментальными данными (см. главу 3).

#### II. Параметры механизма прессования:

1. Опытным путем устанавливается диаграмма сжатия смеси (рис.3.9 и рис. 3.10).
2. Усилие прессования рассчитывается по формулам (2.32 ÷ 2.35):

$$A_n = \sum_{k=1}^{n_p} N_k t_k \quad (4.19)$$

где  $N_k$  – мощность на приводе конвейера на механизм подпрессовки и ударным рабочим органом.

3. Исходный объем смеси  $V_c = V_\varepsilon$ .
4. Конструктивные размеры камеры пресс-формы: длина  $L$ , ширина  $\alpha_{к.п} \cong \alpha$ , высота  $H_n = h\varepsilon + \Delta h_{з.х}$ , где  $\Delta h_{з.х}$  - запас хода.
5. Ход прессования - перемещение пуансона  $H_{н.н} = h$ .



### III. Расчет основных показателей ПНД

Алгоритм их расчета сводится к определению основных параметров цепного конвейера и т.д., производительности и мощности. Аналитические зависимости между отдельными параметрами во многом зависят от конструкции пресса, системы привода, способа прессования и могут видоизменяться. Позднее расчет цепного конвейера дано в пункте 4.3; суммарная мощность состоит помимо  $N_K + N_{\text{п}} + N_y$

Ориентир на использование прессов полусухого прессования в мини-заводах, годовая мощность которых не превышает 10 млн. шт. усл. кирпича, может служить в качестве ограничения при выборе расчетной производительности вновь создаваемых машин. Воспользуемся рекомендациями работы /11, 25, 39/, где для мощности мини заводов производительность 7, 5, 3 и 1 млн. шт. кирпича в год рассчитана часовая производительность оборудования и затраты сырья (таблица 4.1).

Анализ частных показателей эффективности не может быть выполнен в отрыве от параметров, определяющих производительность создаваемой машины. Формулы для расчета производительности определяются параметрами технологического процесса, условием работы и характером организации работ. При перечисленных исходных параметрах все другие параметры прессующего механизма, необходимые для проектирования, могут быть определены исходя из конкретных расчетных схем.

Таблица 4.1 - Часовая производительность оборудования и затраты сырья

Производительность комплекса, млн. шт/г.	Производительность, шт./ч.		Затраты сырья, м <sup>3</sup>
	Годовой режим	Сезонный режим	
1	280	380	0,8-1,0
3	840	1100	2,5-3,0
5	1400	1900	4,0-5,0
7	1970	2600	5,8-7,0



Усилие прессования, генерируемое рабочим органом пресса в различных фазах его перемещения зависит от конструктивной схемы механизма и характеристики привода. Выбор значения этих параметров должен осуществляться исходя из условия обеспечения равно плотности по высоте изделия, что достигается путем использования эффективной схемы прессования изделия из полусухой смеси и соответствующей схемы гидропривода. Для надежной и устойчивой работы пресса непрерывного действия необходимо, чтобы процесс формования в нем соответствовал модели основных закономерностей формования глиняной полусухой смеси в условиях динамического прессования.

Взаимосвязь отдельных параметров зависит от варианта конструктивно-технологического оформления рабочего процесса формования, основывается на предположении, что в рассматриваемом механизме реализуется соответствующая диаграмма работы и расчетные или экспериментальные значения коэффициента осадки смеси.

#### **4.4. Экономическая оценка эффективности применения пресса непрерывного действия**

В пункте 4.2. рассмотрены особенности эксплуатации прессов непрерывного действия, а также отмечены преимущества и недостатки прессов, исходя из этого произведем расчет экономической эффективности созданного пресса.

Расчет производственной программы базовой (БТ) и новой техники (НТ) начинаем с уточнения основных показателей прессов и одновременно принимаем базовую технику из источников /11, 39/, а также произведем расчет технико-экономических показателей воспользуясь известной методикой.

Годовой фонд времени работы оборудования  $T_r$  определяем по формуле:

$$T_r = [T_{дн} - (t_b + t_{пр})] \cdot t_{см}; \quad (4.20)$$



где  $T_{\text{дн}}$  – число дней в году,  $T_{\text{дн}} = 365$  дн.;  $t_{\text{в}}$  – число выходных дней в году,  $t_{\text{в}} = 96$  дн.;  $t_{\text{пр}}$  – число праздничных дней в году,  $t_{\text{пр}} = 12$  дн.;  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены,  $t_{\text{см}} = 8$  ч;

$$T_{\text{г}} = [365 - (96 + 12)] \cdot 8 = 2056 \text{ ч.}$$

Для нашего случая, при эксплуатации непрерывного прессы в течение одной минуты выпускаем  $Q_{\text{мин}} = 7$  штук кирпичей, это установлено экспериментально:

$$\begin{aligned} Q_{\text{час.}} &= Q_{\text{мин.}} \cdot t_{\text{час}} = 7 \cdot 60 = 420 \text{ шт/час,} \\ Q_{\text{смен.}} &= Q_{\text{час.}} \cdot t_{\text{см}} = 420 \cdot 8 = 3360 \text{ шт/см.} \end{aligned} \quad (4.21)$$

Найдем массу одного кирпича размером с учетом стандартных размеров 250 x 120 x 88 (мм), чего нам известно плотность кирпича. Отсюда по формуле определяем плотность:

$$m_{\text{п}} = \rho_{\text{п.к}} \cdot V_{\text{о.к}}; \quad (4.22)$$

где  $\rho_{\text{п.к}}$  – плотность кирпича,  $\rho_{\text{п.к}} = 1600 \text{ кг/м}^3$ ;  $V_{\text{о.к}}$  – объем кирпича,  $\text{м}^3$ .

$$\text{Площадь кирпича: } S_{\text{п.к}} = a_{\text{к}} \cdot b_{\text{к}} = 250 \cdot 120 = 30000 \text{ мм}^2 = 0,03 \text{ м}^2. \quad (4.23)$$

$$\text{Объем кирпича: } V_{\text{о.к}} = 0,03 \cdot 0,088 = 0,00264 \text{ м}^3. \quad (4.24)$$

$$m_{\text{п}} = 1600 \cdot 0,00264 = 4,2 \text{ кг.}$$

При условии, что масса одного кирпича равно  $m_{\text{п}} = 4,2$  кг, то часовая  $Q_{\text{час.}}$ , сменная  $Q_{\text{смен.}}$  и суточная  $Q_{\text{сут.}}$  производительности соответственно:

$$Q_{\text{час.}} = Q_{\text{час.}} \cdot m_{\text{п}} = 420 \cdot 4,2 = 1764 \text{ кг/ч} = 1,764 \text{ т/ч.} \quad (4.25)$$

$$Q_{\text{смен.}} = Q_{\text{смен.}} \cdot m_{\text{п}} = 3360 \cdot 4,2 = 14112 = 14,112 \text{ т/см.}$$

В таблице 4.2 и 4.3 приведены основные показатели прессов для пластического и непрерывного формования кирпича.

Таблица 4.2 - Пресс для пластического формования кирпича

№	Элементы характеристики	Ед. изм.	Показатели
1	Производительность	Шт./час	3000
2	Диаметр шнека на выходе	мм	550
3	Мощность электродвигателя	кВт	75
4	Габаритные размеры: длина ширина высота	мм	7000 1430 2600
5	Вес	т	4,46



Таблица 4.3 - Пресс непрерывного действия ПНД

№	Элементы характеристики	Ед. изм.	Показатели
1	Производительность	Шт./час	420
2	Длина конвейера	мм	1500
3	Мощность электродвигателя	кВт	9
4	Габаритные размеры: длина ширина высота	мм	2200 1235 1800
5	Вес	т	0,375

*Техническая характеристика базовой техники (БТ)*

1. Оптовая цена рабочего оборудования, сом – 840 000.

*Техническая характеристика прессы непрерывного действия ПНД (НТ)*

1. Мощность привода – 9,0 кВт.
2. Номинальная частота оборотов вала двигателя, об/мин – 1500.
3. Масса базовой машины, кг – 375.
4. Количество обслуживаемого персонала, чел – 1.
5. ПНД, сом - 450 000

*Технико-экономическое обоснование*

Определение капитальных затрат для базовой техники производится по оптовой цене  $Z_0 = 840$  тыс. сом:

$$Z'_k = Z_0 \cdot K_6 = 840 \cdot 1,05 = 882\ 000 \text{ сом.} \quad (4.26)$$

где  $K_6$  – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж,  $K_6=1,05$ , /29/.

*Расчет текущих годовых затрат*

В текущие годовые затраты входят затраты в течение года на электроэнергию, затраты на зарплату рабочих, на рабочую жидкость, масла редукторов, на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.

*Расчет текущих годовых затрат БТ на электроэнергию:*



$$Z_3 = \frac{N_d \cdot K_{д.в} \cdot K_{д.м} \cdot K_{доп}}{K_{п.д}} \cdot T_2; \quad (4.27)$$

$$Z_3 = \frac{75 \cdot 0,78 \cdot 0,4 \cdot 0,81}{0,89} \cdot 2056 = \frac{18,95}{0,89} \cdot 2056 = 43776 \text{ сом};$$

где  $C_T$  – тариф на электроэнергию,  $C_T = 2,52$  сом/кВт·ч;  $N_d$  – номинальная мощность привода,  $N_d = 75$  кВт;  $K_{д.в}$  и  $K_{д.м}$  – коэффициент использования двигателей соответственно по времени и по мощности,  $K_{д.в} = 0,78$  и  $K_{д.м} = 0,4$ ;  $K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительный расход электроэнергии на вспомогательные нужды,  $K_{доп} = 0,81$ ;  $K_{п.д}$  – КПД электродвигателя при установленной средней его загрузки,  $K_{п.д} = 0,89$ , /29/.

*Расчет текущих годовых затрат НТ на электроэнергию:*

$$Z_3 = \frac{9 \cdot 0,78 \cdot 0,4 \cdot 0,81}{0,89} \cdot 2056 = \frac{4676,3}{0,89} = 5254 \text{ сом}$$

*Затраты на заработную плату рабочих:*

$$Z'_{зп} = K_{мэ} \cdot K_p \cdot \lambda \cdot T_2 \cdot C_{зп} = 1,05 \cdot 1,105 \cdot 1,25 \cdot 2056 \cdot 3 = 89455 \text{ сом} \quad (4.28)$$

где  $K_{мэ}$  – коэффициент, учитывающий вспомогательное время,  $K_p$  – поправочный коэффициент к тарифной ставке,  $C_{зп}$  – часовая тарифная ставка.

*Затраты на рабочую жидкость масло редуктора:*

$$Z'_{рж} = \frac{(V_{рж} + V_m) \cdot C_p \cdot T_2}{T_m}; \quad (4.29)$$

где  $V_{рж}$  – объем рабочей жидкости, заменяемой за одно техническое обслуживание,  $V_{рж} = 2,5$ л;  $V_m$  – объем масла редукторов,  $V_m = 2,5$ л;  $C_p$  – оптовая цена рабочей жидкости И-40А и масел,  $C_p = 80$  сом/л;  $T_m$  – периодичность смены рабочей жидкости и масел,  $T_m = 500$ ч, /25; 29/.

$$Z'_{рж} = \frac{5 \cdot 80 \cdot 2056}{500} = 1644 \text{ сом.}$$

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт состоят из затрат на зарплату  $S'_{зп}$  и затрат на материалы и запасные части  $S'_{мр}$

$$S_{то} = S'_{зп} + S'_{мр}; \quad (4.30)$$

$$S'_{зп} = \frac{t_{ф}}{T_u} \cdot K_{мэ} \cdot \lambda_p \cdot C_p \cdot (r_{то} + r_{мр}) \cdot T_p; \quad (4.31)$$



где  $T_p$  - средний ресурс прибора до капитального ремонта,  $T_p = 7000$  ч,  $C_p$  - тариф ремонтного рабочего,  $C_p = 4$  сом/ч,  $t_\phi$  - годовой фонд времени работы пресса непрерывного действия,  $t_\phi = 2050$  ч,  $T_{ц}$  - срок службы прибора,  $T_{ц} = 16000$  ч,  $r_{то}$  - трудоемкость ТО прибора, ч,  $r_{то} = 0,05$  чел·ч,  $r_{тр}$  - текущий ремонт, ч,  $r_{то} = 0,1$  чел·ч, /29, 39/.

$$Z_{нпр} = Z_3 + Z_{нр}; \quad (4.32)$$

$$Z_{нр} = K_n(C_{сб} \cdot n_{сб} + C_d \cdot n_{к.д}); \quad (4.33)$$

где  $C_{сб}$  - стоимость проектирования сборочных единиц формата А1,  $C_{сб} = 200$  сом,  $C_d$  - стоимость детализовки,  $C_d = 150$  сом/лист,  $n_{сб}$  - количество листов,  $n_{сб} = 2$ ,  $n_{к.д}$  - количество детализовки,  $n_{к.д} = 3$ ,  $K_n$  - коэффициент новизны,  $K_n = 2$ .

$$Z_{нр} = 2 \cdot (200 \cdot 2 + 150 \cdot 3) = 1700 \text{ сом.}$$

Затраты на проведение эксперимента:

$$Z_3 = C_T \cdot t_{см} \cdot t_3; \quad (4.34)$$

где  $C_T$  - тариф экспериментатора,  $C_T = 3$  сом/ч,  $t_{см}$  - продолжительность смены,  $t_{см} = 8$  ч,  $t_3$  - количество дней эксперимента,  $t_3 = 5$  дней;  $Z_{из}$  - затраты на изготовление.

$$Z_3 = 3 \cdot 8 \cdot 5 = 120 \text{ сом.}$$

$$S'_{зп} = \frac{2056}{16000} \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 4,0 \cdot (0,15 + 0,1) \cdot 7000 = 6454,8 \text{ сом}$$

Затраты на материалы и запасные части:

$$S'_{мп} = K_{мп} \cdot \frac{S'_{зп}}{K_{из}} \cdot K_{зп} = 1,1 \cdot \frac{6454,8}{1,55} \cdot 1,2 = 5497 \text{ сом}; \quad (4.35)$$

где  $T_{ц}$  - продолжительность срока службы машины,  $T_{ц} = 1600$  ч;  $T_p$  - продолжительность межремонтного периода,  $T_p = 300$ ч;  $K_{мп}$  - коэффициент, учитывающий вспомогательное время,  $K_{мп} = 1,1$ ;  $K_{из}$  - коэффициент, учитывающий премии,  $K_{из} = 1,55$ ;  $C_p$  - средняя тарифная ставка,  $C_p = 2,7$  сом/ч;  $Ч_{то}$  - трудоемкость технического обслуживания,  $Ч_{то} = 0,6$  чел.-ч;  $Ч_{тр}$  - трудоемкость текущего ремонта,  $Ч_{тр} = 1,1$  чел.-ч, /29/.

Затраты на капитальный ремонт НТ:



$$S'_{кр} = \frac{K_{ми} \cdot A_{кр} \cdot Z'_к}{100} = \frac{1,1 \cdot 9 \cdot 882000}{100} = 87318 \text{ сом};$$

Сумма годовых текущих затрат БТ:

$$I'_б = Z' + Z'_{рм} + Z'_{зн} + S'_{зр} + S'_{мр} = 882000 + 1644 + 89455 + 64548 + 5497 = 904543 \text{ сом};$$

(4.36)

*Расчет капитальных затрат на спроектированную установку (НТ)*

Оптовая цена новой техники  $Ц_о = Z_{нир} + Z_{и}$ ;  $Z_{нир}$  – затраты на научно-исследовательскую работу при проектировании нового образца техники;  $Z_{и}$  – затраты на изготовление, включают затраты на проектирование  $Z_{пр}$  и затраты на проведение экспериментов  $Z_{э}$ .

$$Z_{нир} = Z_{э} + Z_{пр}. \tag{4.37}$$

Затраты на проектирование определяются по зависимости:

$$Z_{пр} = K_{н} \cdot (C_{сб} \cdot П_{сб} + C_{д} \cdot П_{д}); \tag{4.38}$$

где  $C_{сб}$  – стоимость проектирования сборочных единиц, стоимость сборочного чертежа формата А1,  $C_{сб} = 200$  сом;  $C_{д}$  – стоимость детализовки формата А1,  $C_{д} = 150$  сом;  $K_{н}$  – коэффициент новизны разработки,  $K_{н} = 2,0$ ;  $П_{сб}$  – количество сборочных чертежей,  $П_{сб} = 4$ ;  $П_{д}$  – количество листов детализовки, приведенных к формату А1,  $П_{д} = 6$ ;

$$Z_{пр} = 2 \cdot (200 \cdot 4 + 150 \cdot 6) = 3400 \text{ сом}.$$

Затраты на проведение эксперимента в течение 10 дней:

$$Z_{э} = C_{т} \cdot t_{см} \cdot n_{э} \cdot 10; \tag{4.39}$$

$C_{т}$  - часовая тарифная ставка;  $n_{э}$  - число экспериментаторов;  $t_{см}$  - продолжительность смены,  $t_{см} = 8$  ч.

$$Z_{э} = 3 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 2 = 480 \text{ сом};$$

$$\text{Определяем сумму } Z_{нир} = 3400 + 480 = 3880 \text{ сом}$$

Для определения затрат на материалы и комплектующие составляем таблицу калькуляции, в которой указываем наименования основных материалов и комплектующих, входящих в проектируемый ПНД (см. табл. 4.4). По затратам на основные материалы определяются затраты на вспомогательные материалы и амортизационные отчисления, которые составляют 9% от суммы



затрат ( $Z''_м + Z''_{вм} + Z''_{зп}$ ). Стоимость основных материалов и комплектующих получена по данным компании «Строй Двор» который продает различные виды металлов в г. Бишкек по ул. Горького-1 и /25, 29/.

Затраты на основные материалы составляют  $Z_м = 23587$  сом.

Затраты на вспомогательные материалы составляют 2,7% от основных материалов:

$$Z''_{вм} = \frac{Z_м \cdot 2,7}{100}, \quad (4.40)$$

$$Z''_{вм} = 23587 \cdot 2,7 / 100 = 6368 \text{ сом}$$

Амортизационные отчисления составляют 9% от суммы затраты:

$$Z''_а = (Z''_м + Z''_{вм} + Z''_{зп}) \cdot 9 / 100 = (23587 + 6368 + 990,6) \cdot 0,09 = 2269 \text{ сом}$$

Прочие общезаводские затраты на изготовление подобных установок составляют 4,2%, тогда от затраты основные материалы:  $Z''_{зп} = 990,6$  сом

Таблица 4.4 - Затраты на материалы НТ

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Длина, м, площ-ь, м <sup>2</sup>	Масса 1 п.м, кг	Стоимость 1 кг, сом	Суммарная масса, кг	Цена, сом
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Лист 1000х2000х3 Ст3. ГОСТ19903-74	м <sup>2</sup>	4,0	7,4	1130	29,6	4520
2	Швеллер 14 Ст3 ГОСТ8240-72	м	12	12,3	87,07	1071	372
3	Пруток 50 Сталь 45 ГОСТ 1050-90	м	1,2	15,42	75	1147,5	900
4	Пруток 90 Сталь 45 ГОСТ 1050-90	м <sup>2</sup>	1,8	49,94	75	89,89	135
5	Электродвигатель N <sub>1</sub> =7,5кВт; N <sub>2</sub> =1,5кВт	шт.	-	-	1000	-	9000
6	Подшипники качения	шт.	16	-	-	-	2400
7	Уголок Б-50х50х5 ГОСТ 8509-72	м	4,0	3,77	90	15,08	360
8	Приводные роликовые цепи ПР-44,45-17240 по ГОСТ 13568-75	м	4,4	7,5	250	33	1100
9	Редуктор ЦУ-250 ГОСТ 21426-75	1	-	-	-	4800	4800



7	Итого					7186	23587
---	-------	--	--	--	--	------	-------

Составляем смету общезаводских затрат и заносим данные в табл. 4 5.

Оптовая цена НТ составляет:

$$Ц''_{\text{опт}} = З_{\text{нпр}} + З_{\text{об.з}} = 3880 + 42951,9 = 46831,5 \text{ сом} \quad (4.41)$$

Капитальные затраты НТ:

$$З''_{\text{к}} = Ц''_{\text{опт}} \cdot K_{\text{б}} = 46831,5 \cdot 1,05 = 49173,07 \text{ сом}$$

Определяем годовую выработку работы

$$П_{\text{ч}} = П_{\text{ч}} \cdot T_{\text{г}} \cdot K_{\text{и}}, \quad (4.42)$$

где  $P_{\text{ч}}$  - часовая производительность установки,  $T_{\text{г}}$  - годовой фонд времени,

$K_{\text{и}}$  - коэффициент использования установки.

Годовая выработка для базовой техники составит

$$P'_{\text{г}} = 1500 \cdot 2056 \cdot 0,8 = 2\,467\,200 \text{ шт/в год}$$

Годовая выработка для новой техники

$$P''_{\text{г}} = 420 \cdot 2056 \cdot 0,8 = 690\,816 \text{ шт/в год}$$

*Расчет текущих годовых затрат НТ*

Таблица 4.5 - Смета общезаводских затрат

№ п/п	Статьи затрат	Стоимость в сом	Стоимость в %
1	Стоимость основных материалов	23587	54,9
2	Стоимость вспомогательных материалов	636,8	1,5
3	Затраты на электроэнергию	5254	12,2
4	Затраты на амортизационные отчисления	3538	8,2
5	Заработная плата	8945,5	20,8
6	Прочие затраты	990,6	2,4
	Итого: $Z_{\text{об.з}}$	42951,9	100

Затраты на заработную плату рабочих

$$З'_{\text{зп}} = K_{\text{мэ}} \cdot K_{\text{р}} \cdot \lambda \cdot T_{\text{г}} \cdot C_{\text{зп}}, \quad (4.43)$$



$$Z''_{3n} = 1,05 \cdot 1,105 \cdot 1,25 \cdot 20563 = 89455 \text{ сом}$$

Затраты на масло для редуктора

$$Z''_{рж} = V_m \cdot C_p \cdot T_r / T_m$$

где  $V_m$  - объем трансмиссионного масла типа ТАД-17 для редуктора, заменяемого за одно техническое обслуживание,  $V_m = (1,5 + 1,5) = 3$  кг.

$$Z''_{рж} = 3 \cdot 75 \cdot 2056 / 500 = 925,2 \text{ сом};$$

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт:

$$S_{то} = S_{зр} + S_m;$$

Затраты на заработную плату ремонтных рабочих:

$$S''_{зр} = \frac{T_z}{T_y} K_{мз} \cdot \lambda_p \cdot C_p \cdot (C_{то} + C_{тр}) \cdot T_p;$$

где  $C_{то}$  и  $C_{тр}$  – трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта. Трудоемкость технического обслуживания новой установки ниже по сравнению с базовой техникой, так как конструкция установки проще, а долговечность выше,  $T_y = 17000$ ч.  $C_{то} = 0,4$  чел.-ч; трудоемкость текущего ремонта, трудоемкость текущего ремонта  $C_{то} = 0,8$  чел.-ч.

$$S''_{зр} = \frac{2056}{17000} \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 2,7 \cdot (0,4 + 0,8) \cdot 7000 = 4245,7 \text{ сом}$$

Затраты на материалы и запасные части:

$$S''_{мр} = K_{мн} \frac{S''_{зр}}{K_{мз}} \cdot K_{зр} = 1,1 \cdot \frac{4245,7}{1,35} \cdot 1,3 = 4497,3 \text{ сом};$$

Затраты на капитальный ремонт НТ:

$$S''_{кр} = \frac{K_{мн} \cdot A_{кр} \cdot Z''_к}{100} = \frac{1,1 \cdot 9 \cdot 4917307}{100} = 48682 \text{ сом};$$

Сумма годовых текущих затрат НТ:

$$I''_н = Z_э + Z''_{3n} + Z''_{рж} + S''_{мр} + S''_{кр} \tag{4.44}$$

$$I''_н = 5254 + 8945,5 + 925,2 + 4497,3 + 4868,2 = 24490,5 \text{ сом};$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$Э_н = (Z'_y - Z''_y) \cdot \Pi''_г \cdot F_{к.с} \cdot A''; \tag{4.45}$$



где  $Z'_y$  - удельные приведенные затраты на единицу продукции, сом/ед.;  $\Gamma$  - коэффициент суммирования годовых эффектов за срок службы новой техники;  $A''$  - годовой объем производства НТ в расчетном году, шт.

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$Z = И + Z_k (P_n + E_n); \tag{4.46}$$

где И – текущие затраты,  $Z_k$  – капитальные затраты,  $P_n$  и  $E_n$  – нормативные коэффициенты,  $P = 0,081$ ;  $E_n = 1,15$ . Составим табл. 4.6 калькуляции текущих затрат.

Определяем приведенные затраты по ранее найденным показателям эффективности для базовой техники:

$$Z'_6 = 904541,3 + 882\,000 (0,081 + 0,15) = 412\,691,04 \text{ сом};$$

Для новой техники:

$$Z''_n = 24490,5 + 49173,07 (0,081 + 0,15) = 17\,016,28 \text{ сом};$$

Удельные приведенные затраты определяем по зависимости

$$Z_y = Z/\Pi_r; \tag{4.47}$$

Таблица 4.6 - Калькуляция годовых текущих затрат

№	Статьи затрат	Условные обозначения	Ед. измерен	Показатели	
				БТ	НТ
1	2	3	4	БТ	НТ
1	Затраты на электроэнергию	$Z_T$	сом	43776	5254
2	Зарплата рабочих	$Z_{зп}$	сом	8945,5	8945,5
3	Затраты на рабочую жидкость	$Z_{рж}$	сом	1644	925,2
4	Зарплата ремонтных рабочих	$Z_{зр}$	сом	6454,8	4245,7
5	Затраты на материалы и запчасти	$S_{мр}$	сом	5497	4497,3
6	Затраты на капремонт	$S_{кр}$	сом	87318	4868,2
7	Сумма годовых текущих затрат	И	сом	904541,3	24490,5

Для базовой техники:



$$Z'_y = 412691,04/2\ 467\ 200 = 0,17;$$

Для новой техники:

$$Z''_y = 17016,28/690\ 816 = 0,02.$$

Экономический эффект от применения одного экспериментального образца в течение года определяется см. таблица 4.7:

$$\mathcal{E}_н = (Z'_y - Z''_y) \cdot \Pi''_г = (0,17 - 0,02) \cdot 690\ 816 = 103622,4 \text{ сом};$$

Расчет срока окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{3'_к - 3'' \cdot \frac{\Pi''}{\Pi'}}{(I' + P \cdot 3'_к) \cdot \frac{\Pi'}{\Pi''} - (I'' + P \cdot 3''_к)} =$$

$$\frac{882000 - 49173,07 \cdot \frac{2467200}{690816}}{(904541,3 + 0,081 \cdot 882000) \cdot \frac{2467200}{592128} - (24490,5 + 0,081 \cdot 49173,07)}$$

$$\frac{882000 - 204887,79}{4060090,5 - 28473,5} = \frac{677112,2}{4031616,98} = 0,29 \text{ года};$$

Таблица 4.7 - Основные показатели эффективности ПНД

№ п/п	Наименование показателей	Условные обознач.	Ед. измерен.	Экономические показатели		Отклонение показателей (+;-)%
				БТ	НТ	
1	Капитальные затраты	$Z_к$	сом	882000	49173,07	+5,5
2	Годовые текущие затраты	I	сом	904541,3	24490,5	+2,7
3	Годовая выработка	$\Pi_г$	шт/ в год	2467 200	592128	-24
4	Экономический эффект	$\mathcal{E}_н$	сом	-	103622,4	
5	Годовая экономия по затратам материала	$\Delta_m$	Кг	-	1,22	+8,1
6	Срок окупаемости	$T_{ок}$	Лет	-	0,29	-



### **Заключение к четвертой главе**

1. Разработана и предложена новая конструкция формующего оборудования, позволяющая решить вопрос получения нового эффективного блока. Конструкция пресса отличается новизной, что явилось предметом подачи двух заявок на предполагаемое изобретение. По результатам исследования на уровне технического проекта разработана конструкторская документация на формовочную машину.
2. В результате аналитического обзора малогабаритного технологического оборудования для получения эффективных стеновых изделий из местных сырьевых материалов и сравнении основных показателей известных оборудований в процессе исследований разработана усовершенствованная конструкция пресса непрерывного действия.
3. На основе разработанного пресса предложена технология получения кирпича полусухим способом. Реализация упрощенной технологии получения кирпичей полусухого прессования возможна при использовании разработанного нами кирпичеделательного агрегата, создана компьютерная модель технологического комплекса для производства без обжигового кирпича. Она отличается сокращенным количеством необходимого оборудования.
4. В результате исследований предложена инженерная методика расчета параметров пресса подвижного формования кирпичей. Данная методика позволяет производить расчеты кинематических, конструктивных, силовых и энергетических параметров основных механизмов пресса. В основу расчетов положены результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, а также известные общие положения аналитической механики и сопротивления материалов.
5. Для сопоставления экономической эффективности усовершенствованного пресса непрерывного действия осуществлен сравнительный анализ технико-



экономических показателей с прессом пластического формования кирпича определены текущие годовые затраты, произведены расчеты себестоимости при выпуске кирпича. В процессе чего определен срок окупаемости и экономических эффект от внедрения, позволяющие получать изделия правильной геометрической формы марки 75 и выше, при номинальном удельном усилии прессования 1200 Н и производительности до 1600 штук в час. Годовая экономическая эффективность от внедрения, разработанного ПНД составляет 82897,92 сом со сроком окупаемости 4,5 месяца.



## ВЫВОДЫ

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Изучен отечественный и зарубежный опыт использования прессовых агрегатов для формования полусухих и жестко–пластичных глиняных масс, установлены существующие проблемы и направления конструктивно-технологического совершенствования прессового оборудования.

2. Выполнено обоснование возможности и целесообразности применения статодинамического воздействия на прессуемую полусухую и жестко-пластичную глиняную массу для подвижного формования и получения полнотелого кирпича.

3. Разработана математическая модель процесса подвижного формования кирпичей, выявлены необходимые режимы прессования смеси, подобраны технологические параметры прессования с учетом основных свойств прессуемой смеси и получаемого изделия. Выполнены методы расчета основных узлов и привода пресса для подвижного формования строительного кирпича, проектирование и их статодинамический и кинематический анализ, а также установили параметры рабочих органов пресса.

4. Установлено (в результате исследования), что в процессе перемещения прессуемой массы за счет вибрационного воздействия подвижного стола, выполненного в виде бесконечной цепи механизмов предварительного и основного прессования, выполненных соответственно в виде кривошипно-шатунного и кривошипно-коромыслового типов, обеспечивается более эффективное и непрерывное прессование полусухих и жестко-пластичных смесей.



5. Разработана методика расчета и выбора основных конструктивных параметров пресса непрерывного действия, предложена новая конструкция формующего оборудования, отличающийся технической новизной и подана заявка от предыдущей конструкции защищенного изобретения.

6. Проведена апробация разработанного образца устройства, что подтверждается актами о внедрении и использовании результатов работы и актам лабораторных исследований. По результатам исследования на базе новой формовочной машины осуществлена комплектация технологической цепочки оборудования для получения кирпича-сырца полусухим способом. Рассчитанные показатели экономической эффективности внедрения разработанного кирпичеделательного агрегата подтвердили, что реализация проекта целесообразна и экономически эффективна. Годовая экономическая эффективность от внедрения разработанного ПНД составляет 82897,92 сом со сроком окупаемости 4,5 месяца.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Абдыкалыков А.А. Технология безобжиговых стеновых материалов полусухого прессования [Текст] / А.А. Абдыкалыков, Ж.А. Абдраимов, Т.А. Абдыкалыков.. – Б: Илим, 2014. – 148 с.
2. Августиник А.И. Керамические изделия [Текст] / А.И. Августиник. - Л.: Стройиздат, 1975. – 590 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст]: в 3-х т., 6-е изд., перераб. и доп. // В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1982. – 736 с.
4. Асанов А.А. Гидравлические прессы для приготовления кирпича полусухим способом [Текст] / А.А. Асанов // Кырг НИИНТИ. – Б.: 1997. – с. 110.
5. Асанов А.А. Оборудование и технология производства строительного кирпича полусухим прессованием из местных глин и побочных продуктов промышленности [Текст] / А.А. Асанов и др. // КыргНИИНТИ. – Б.: 1992. –с. 32.
6. Асанов А.А. Опыт создания и применения гидравлических формовочных машин [Текст] / А.А. Асанов. – Б.: 2002. – 168 с.
7. Асанов А.А. Проблемы производства стеновых изделий и ее новые аспекты [Текст] / А.А. Асанов, Б.Т. Мекенбаев // Вестн. Кырг. отд. межд. Акад. энерг. им. А.Эйнштейна. - 2006. - № 2 (4). - с. 22-27.
8. Бальшин М.Ю. Научные основы порошковой металлургии и металлургии волокна [Текст] / М.Ю. Бальшин.. – М.: Металлургия, 1972. – 336 с.



9. Баландин Г.Ф. К теории уплотнения литейных форм [Текст] // Баландин // Инж.-техн. форум. – М.: 1958. – с. 25-28.
10. Беризне И.Э. Экономика машиностроительной промышленности [Текст] / И.Э. Беризне, Н.Н. Застрожновой. – М.: . Высшая школа, 1983. – 241с.
11. Бекбоев А.Р. Исследование влияниях параметров смеси и формулируемого изделия на параметры экструдивного пресса [Текст] / А.Р. Бекбоев, А.И. Джылкычиев А.Б. Алымкулов // Международная научно-практическая конференция. Посвящается 2200 летию Кыргызской государственности. – Б.: 2003. - с.121-126.
12. Брауберг В.Н. Становление и сущность системного подхода [Текст] / В.Н. Брауберг, Э.Г. Юдин. – М.: Наука, 1973. - 267с.
13. Борщевский А.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий [Текст] / А.А. Борщевский, А.С. Ильин. – М.: Высшая школа, 1987. – 376 с.
14. Бочарев Ю.А. Винтовые прессы. [Текст] /Ю.А. Бочарев //. – М.: Машиностроение, 1988. – 168 с.
15. Виноградов Г.А. Прессование и прокатка металлокерамических материалов [Текст] / Г.А. Виноградов, И.Д. Родомысельский. – М.: Машгиз, 1963. – 196 с.
16. Виленкина Н.Н. Цементно-грунтовые камни [Текст] / Н.Н.Виленкина. – М.: Госстройиздат, 1961. – 83 с.
17. Гидравлический пресс для производства кирпича при малоэтажном строительстве. // Проспект НПО «стройиндустрия». – Краснодар.: 1991. – 78 с.
18. Госин Н.Я. Производство керамического кирпича [Текст] / Н.Я. Госин, М.А. Соболев. – М.: Стройиздат, 1971. – 207 с.
19. Gegielski, W. Untersuchungen Des Dichteverlau fes inteallischen sin terwerlstoffen mit Hiffe von winder uber du lisenach / W. Gegielski// – В.: 1962. – Р.18-24



20. Голод Ю.Л. Брикетирование огнеупорных материалов желобково-зубчатых пресс-валцов [Текст] / Ю. Л. Голод // Огнеупоры. - 1967. - №8. – с.14 -18.
21. Генералов М.Б. Исследование процесса уплотнения порошковых материалов в глухой матрице [Текст] / М. Б. Генералов, А.Р. Степанова // Изв. ВУЗов. - - 1978. - №11. – с.110 - 114.
22. Гемзе А. Л. Выбор основных параметров шнековых прессов для формования строительных изделий из асбестоцементных масс [Текст]: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: / А. Л. Гемзе. – М.: 1984. – 240с.
23. Гёмзе Л. Устройство для оценки формовочных свойств пластических материалов / Л.Гёмзе, Е.А Элер. // Авт. Свид.: № 1038879.
24. Дергачев А.Ф. Экономика строительного и дорожного машиностроения. Экономика строительства. [Текст] / А. Ф. Дергачев, М. Д. Гилула, С.Н. Рейнина. – М.: Высшая школа, 1977. – 145 с.
25. Джонс В.Д. Прессование и спекание [Текст] / В. Д. Джонс // Пер. с англ. - М.: Мир, 1965. – 404 с.
26. Джылкычиев А.И. Технология и оборудование для производства изделий полусухим способом формования [Текст] / А.И. Джылкычиев. – Б.: 2001. – 245 с.
27. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков [Текст] / Г.М.Жданович. – М.: Металлургиздат, 1969. – 256 с.
28. Зеленский М.А. Технология производства и ремонт машин [Текст] / М.А. Зеленский. – М.: Машиностроение, 1987. – 271 с.
29. Информационная система по строительству «Ноу-Хаус. ру» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.know-house.ru>
30. Иоффе Р.С. Анализ напряжений и деформаций при прокатке порошков [Текст] / Р.С. Иоффе. – М.: Машиностроение, 1997. – 592 с.
31. Иоффе Р.С. Порошковая металлургия [Текст] / Р.С. Иоффе. – М.: 1971. – вып.2. – с. 25-33.



32. Источник:<http://www1.kg.akipress.org/ne...> Ссылка на НОВО  
<http://www.for.kg/news-139483-ru.html> // (СМПРО по материалам Tazabek).  
Бишкек, 2010.

33. Ильин А.А. Перспективы разработок и создание механизированных комплексов малой мощности для производства керамического кирпича полусухого прессования [Текст] / А. А. Ильин, Н.А. Лукьянов, Г.Н. Малышевский. // Серия 4. Вып. 3. – М.: «Машмир». 1993. – с. 42.

34. Идальго Диас Мауро Оскар. Исследование рациональных режимов работы шнековых прессов в зависимости от реологических свойств формуемой керамической массы [Текст]: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. Наук: Идальго Диас Мауро Оскар.. – М.: 1993. – 195с.

35. Кондратенко В.А. Проблемы кирпичного производства и способы их решения [Текст] / В.А. Кондратенко, В. Н. Пешков, Д.В. Следнев // Строительные материалы. – М. - 2002. - № 3. 47 с.

36. Карклит А.К. Производство огнеупоров полусухим способом [Текст] / А.К. Карклит А.П. Ларин, С.А. Лосев, В.Е. Верниковский. – М.: Metallurgizdat, 1972. – 361 с.

37. Кашкаев И.С. Производство керамического кирпича [Текст] / И.С. Кашкаев, Е.Ш. Шейман. – М.: Высшая школа, 1974. – 287 с.

38. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве [Текст] / С.Е. Канторер. – М.: Стройиздат, 1960. – 203 с.

39. Комлева Г.П.  
Основы проектирования заводов по производству ТН и СМ [Текст] / Г.П. Комлева, В.Г. Комлев. – Иваново: Иван. Хим.-техн. ун-т, 2004. – 111 с.

40. Клепиков В.В. Технология машиностроения [Текст] / В. В. Клепиков. – М.: Форум-инфра, 2004. – 860 с.

41. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения [Текст]: учеб. для ВУЗов / И. М. Колесов. – М.: Машиностроение, 1997. – 592 с.



42. Кудрявцев Е.М. Моделирование, проектирование и расчет механических систем [Текст] / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.
43. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] Г. Корн, Т. Корн / Под. ред. И.Г. Арамановича. - 4-е изд. – М.: Наука, 1977. – 832 с.
44. Клепиков В.В. Технология машиностроения [Текст]: учеб. / В. В. Клепиков. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2004. – 860 с.
45. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения [Текст]: учеб. для ВУЗов / И.М. Колесов. – М.: Машиностроение, 1997. – 592 с.
46. Карклит А.К. и др. Производство огнеупоров полусухим способом [Текст] / А.К. Карклит -М.: Металлургия. – 1981. 240 с.
47. Кашкаев И.С. Производство керамического кирпича [Текст] / И.С. Кашкаев, Е.Ш. Шейман. – М.: Высшая школа, 1974. – 287 с.
48. Королев К. М. Исследование ленточных шнековых прессов для пластического формирования керамических изделий [Текст]: дис. на соиск.уч.степ.канд.техн.наук: / К.М. Королев. – М.: 1960. – 155 с.
49. Комплекс технологического оборудования по производству керамического кирпича. // Проспект ХМЗ «Красный октябрь». – Харьков.: 1988.
50. Карклит А.К. и др. Производство огнеупоров полусухим способом [Текст] / А.К. Карклит, А.П. Ларин, С.А. Лосев и др. – М.: Металлургия, 1972. – 361 с.
51. Комплекс технологического оборудования для производства кирпича методом полусухого прессования [Текст] // Проспект НПО «Унитрон» – М.: 1991. - 85с.
52. Мобильная установка для производства кирпича МВ:35 [Текст] / Проспект фирмы «Serik»: Франция, 1989. –4 с.
53. Мавлянов А.С. Крупноформатная керамика [Текст] / А.С. Мавлянов. - Фрунзе: Кыргызстан, 1991. – 112 с.



54. Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности [Текст] / Г.В. Макаров, А.Я. Васин, Л.К. Маринина. – М.: Химия, 1989. - 108 с.
55. Меляжко В.Ю. Керамические стеновые материалы: Некоторые проблемы производства и применения [Текст] / В.Ю. Меляжко // Строительные материалы. - 2001. - № 7. - с. 7-9.
56. Силенок С.Г. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций [Текст] / С.Г. Силенок, А.А. Барщевский и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.
57. Меерсон Г.А. Исследование процесса гидростатического прессования металлических порошков [Текст] / Г. А. Меерсон, Б.А. Борок, Б.П. Лобашев // Труды VII Всесоюзной научно- технической конференции по порошковой металлургии. – Ереван.: 1964. - с.106 - 112.
58. Марков С.И. Разработка высокопроизводительного метода гранулирования стекольной шихты [Текст] / С.И. Марков, Н.А. Панкова // Экспресс-обзор: «Стекольная промышленность». - серия 9. вып. 1-2. - 1994. - с. 2-5.
59. Матвеев Г.М. Приоритетные направления развития науки и техники в производстве силикатных материалов / Г.М. Матвеев // Экспресс-обзор: «Стекольная промышленность». - серия 9. вып.2. – М.: 1990. – с. 7-9.
60. Мооре Ж. Применение валковых прессов для брикетирования [Текст] / Ж. Мооре // Труды девятой Межд. конф. по брикетированию. – Париж: 1965. - с. 20-34.
61. Матвеев А.Ф. Влияние пыли электрофильтров на режим работы печей и качества клинкера БЦЗ [Текст] / А.Ф. Матвеев, Т.Б. Кириосова // Сб. научн. трудов. Технологическое совершенствование технологий вяжущих веществ. – М.: 1983. - с. 154-157.
62. Николаев А.Н. Давление на валки и угол захвата при прокатке железорудного порошка [Текст] / А.Н. Николаев // Труды ГПИ. – Горький.: 1958. - т.14, вып.2. – с.30-36.



63. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро и пневмоприсоединений [Текст] / К.Л. Навроцкий. – М.: Машиностроение, 1991. – 384 с.
64. Нгуен Хыу Фук. Исследование уплотнения огнеупорных пресспорошков с введением ПАВ при полусухом прессовании и вибрации большой частоты [Текст]: Автореф. на соискание ученой степени канд.техн. наук. / Нгуен Хыу Фук. – М.: 1968. – 17 с.
65. Назаров В.И. Техника уплотнения стекольных шихт [Текст] / В.И. Назаров, Р.Г. Мелконян. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 124 с.
66. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов [Текст] / В.В. Налимов, Н.Д. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 327 с.
67. Ничипоренко С.П. О формовании керамических масс в ленточных прессах. [Текст] / С.П. Ничипоренко, М.Д. Абрамович, М.С. Комская. – Киев: Наукова думка, 1971. – 234 с.
68. Попильский Р.Я. Прессование керамических порошков [Текст] / Р.Я. Попильский, Ф.В. Кондрашов. – М.: Metallurgizdat, 1968. – 256 с.
69. Процесс производства блоков из прессованного грунта [Текст] // Рекламный проспект фирмы «СИТАДОБ». - Бельгия, Антверпен, 1985. –19 с.
70. Попильский Р.Я. Прессование порошкообразных керамических масс [Текст] / Р. Я. Попильский, Ю.Е. Пивинский. – М.: Metallurgiya, 1981. – 320 с.
71. Пьяных Е.Г. Влияние зернового состава масс и давления прессования на свойства магниезиальных образцов [Текст] / Е.Г. Пьяных, Г.И. Антонов, В.И. Гончаров и др. // Огнеупоры. - 1973. - №10. - с. 46-53.
72. Полубояринов Д.Н. Практикум для технологии керамики и огнеупоров / Д.Н. Полубояринов, Р.Я. Попильский. – М.: Стройиздат, 1972. - 352 с.
73. Патент РФ № 2133673. Пресс-валковый агрегат [Текст] / В.С. Севостьянов, В.Д. Барбанягрэ, И.В. Севостьянов и др. // Б.И. № 21;- Оpubл. 27.07.1999.



74. Производство строительных материалов по упрощенной технологии [Текст] / Представление компании «Сератек». – Болгария, 1992. – 9с.
75. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика [Текст] / П.А. Ребиндер. – Москва: Наука, 1979. – 382 с.
76. Равич Б.Н. Брикетирование в цветной и черной металлургии [Текст] / Б.Н. Равич. – Москва: Углетехизд, 1975. – 230 с.
77. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] / Л.З. Румшинский. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
78. Сапожников М.Я. Машины и аппараты силикатной промышленности [Текст] / М.Я. Сапожников, И.А. Булавин. – Москва: Стройиздат, 1950. – 492 с.
79. Севостьянов В.С. Расчет кинематических параметров вальцевого пресса с желобково-зубчатыми формующими элементами [Текст] / В.С. Севостьянов, Л.И. Шинкарев, М.В. Севостьянов, М.Н. Спирин, Д.Д. Фетисов // Межвуз. сб. науч. статей ИТОМ БГТУ им В.Г. Шухова «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов». – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. - с. 319-344.
80. Гоберман Л.А. Основы теории, расчёта и проектирования [Текст] / Л.А. Гоберман. - Л.: Машиностроение, 1988. – 464 с.
81. Сайт (<http://www.oborudunion.ru/press-dlya-proizvodstva-kirpicha-metodom-plasticheskogo-formovaniya-iapd-006-999857760>)
82. Строительные машины [Текст]: Справочник в 2-х т. / Под ред. В.А. Баумана, Ф.А. Лапира. – Москва: Машиностроение, 1977. – 212 с.
83. Стрелков К.К. Технология огнеупоров [Текст] / К.К. Стрелков, П.С. Мамыкин – Москва: Металлургиздат, 1978. - с.20.
84. Силенок С.Г. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций [Текст] / С.Г. Силенок, А.А. Борщевский, М.М. Горобец и др. – Москва: Машиностроение, 1990. – 414 с.



85. Coldrey J.M., Lee H.N. et al. Rohlingsstanfestigkeiten von Kalziumsilikatprobekornern. IIJS DKB. - Hannover, 1969. – P. 14.
86. Сарматов М.И. Элементы теории и расчета прессов для брикетирования угля [Текст] / М.И. Сарматов. – Москва: Углетехиздат, 1964. – 219 с.
87. Сулименко Л.М. Улучшение кристаллической структуры клинкера при обжиге гранулированных сырьевых смесей [Текст]: Автореф. на соискание уч. степени канд. техн. наук: / Л.М. Сулименко. – Московский химико-технологический ин-т им. Д.И. Менделеева. – Москва: 1967. - 27 с.
88. Сапожников М.Я. Машины и аппараты силикатной промышленности [Текст] / М.Я. Сапожников, И.А. Булавин. – Москва: Стройиздат, 1950. – 492 с.
89. Симонов К.В. и др. Брикетирование каустического магнезита на промышленных гладких пресс-вальцах [Текст] / К.В. Симонова, А.Г. Лузин, Л.Д. Бочаров и др. // Огнеупоры. – Москва: 1974. - №3. – с. 49.
90. Смирнов В.С. Исследование соотношения, отражающего переход от структурной к упругопластической деформации зернистой среды [Текст] / В.С. Смирнов, Н.И. Павлов, Н.Н. Целесин // Тр. ЛПИ. - 1969. - № 296. - с. 37-41.
91. Севостьянов И.В. Энергосберегающая техника и технология формирования порошкообразных шихт для малотоннажных производств [Текст] / И.В. Севостьянов, А.П. Зубаков // Передовые технологии в промышленности и строительстве на пороге XXI века: Сб. докл. Междунар. конф.— шк. сем. молод. учен. и асп. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. - с. 550-555.
92. Севостьянов В.С. Техника и технология формирования шихт в промышленности строительных материалов [Текст] / В.С. Севостьянов, Н.Н. Дубинин, И.В. Севостьянов // Повышение эффективности технологических комплексов и оборудования в промышленности строительных материалов и строительстве: Сб. докл. Междунар. конф. "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений". - Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1997. - с. 273-279.



93. Туренко А.В. Определение реологических свойств пластич- керамических масс [Текст] / А.В. Туренко, С.Г. Силенок, Е.А. Элер // Промышленность керамических стеновых материалов и пористых заполнителей: ВНИИЭСМ. – Москва: 1978. - №3. – 63 с.

94. Туренко А.В. Расчет глиноперерабатывающего оборудования и прессов пластического формования для производства керамических строительных изделий [Текст] / А.В. Туренко. – Москва: МИСИ, 1985. – 86 с.

95. Туренко А.В. Расчет давления в головках шнековых прессов при формовании керамических изделий [Текст] / А.В. Туренко, С.Г. Силенок, Е.А. Элер // Механизация технологических процессов в промышленности строительных материалов. Сб. трудов МИСИ и БТИСМ. – Москва: 1979. – 23 с.

96. Тимашов В.В. Агломерация порошкообразных силикатных материалов [Текст] / В.В. Тимашов, Л.М. Сулименко, Б.С. Альбац. – Москва: Стройиздат, 1978. — 136 с.

97. Турдакун уулу Н. Установка для непрерывного пластического или полусухого формования строительных кирпичей [Текст] / Н. Турдакун уулу // Вестник КРСУ. – Бишкек: 2017. – Т. 17. - №8. – с. 136-139.

98. Турдакун уулу Н. Математическая модель установки для непрерывного формования изделий [Текст] / Н. Турдакун уулу, А.А. Асанов, Р.Б. Шайдуллаев // Журн. Наука и новые техн. Кыргызстана. – Бишкек: 2017. - ISSN 1694-7649. №6. – с. 52-55.

99. Турдакун уулу Н. Математическая модель установки для непрерывного формования изделий [Текст] / Н.Турдакун уулу // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек. – 2017. - №6. – с. 52-55.

100. Турдакун уулу Н. [Текст] / Н.Турдакун уулу // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек. - 2017. - №10. – с. 82 -89.

101. Турдакун уулу Н. Математическая модель кривошипно-шатунного коромыслового механизма [Текст] / Н. Турдакун уулу // МУИТ. Наука и новые технологии. – Бишкек: 2016. – №1/2016 (1) – с. 23-27.



102. Асанов А. А. Установка для пиролиза и частичной газификации углей [Текст] / А. А. Асанов, Р. Б. Шайдуллаев, Нургазы Турдакун уулу, Д. Ч.Чалыбеков. // Сб: Техника и технологии машиностроения: V Междунар. студ. науч.-практ. конф. Мин.обр.науки России.- Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. – с. 15-18.
103. Асанов А. А. Обзор конструкций прессов непрерывного действия для формования штучных изделий [Текст] / А. А. Асанов, Н. Турдакун уулу // Машиноведение. – Бишкек: 2016. - № 1(3).- с. 66-71.
104. Турдакун уулу Н. Установка для непрерывного пластического или полусухого формования строительных кирпичей [Текст] / Н. Турдакун уулу // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета.- Т. 17. - №8. – Бишкек: 2017. – с. 136-140.
105. Турдакун уулу Н. К разработке технологических систем для получения угольных брикетов [Текст] / Н. Турдакун уулу // Вестник КГУСТА. - №2 (48). – Бишкек: 2015. – с. 54-59.
106. Элер Е.А. К вопросу об оценке формовочных свойств пластифицированных асбестоцементных смесей [Текст] / Е.А. Элер, В.А. Орлова, Б.П. Морозов // Механизация технологических процессов в промышленности и строительных материалов: Сб. трудов МИСИ и БТИСМ. – Москва: 1980.
107. Элер Е.А. Мундштук для формования керамических изделий [Текст] / Е.А. Элер, С.Г. Силенок // Авт.Свид.: № 992187, Бюллетень № 1983г.
108. Фролов К.В. Теория механизмов и машин [Текст]: учебник для ВУЗов / К.В. Фролов.– Москва: Высшая школа, 1987. – 496 с.
109. Уманский А.М. Прессование порошковых материалов [Текст] / А.М. Уманский. – Москва: Металлургия, 1981. – 81с.
110. Джылкычиев А.И. Механизация и автоматизация производства [Текст] / А.И. Джылкычиев, А.Р. Бекбоев, А.Б. Алымкулов // Сб. науч. тр. Кырг. гос. универ. строит. трансп. и архитектуры: Оценка качества прессования



производства изделий полусухим способом прессования. – Бишкек:1998.  
38-43.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

### Расчет цепного конвейера прессы непрерывного действия

Расчет показателей цепного конвейера ПНД осуществляются согласно раздела 2.6 (см. стр.73 и рис.2.12) на котором представлены все необходимые параметры прессы.

Вращение от электродвигателя на приводные вал ведущей звездочки передается с помощью редуктора. Натяжение цепей осуществляется с помощью винтового устройства.

Вытяжка цепей мала, поэтому натяжное устройство в пластинчатых конвейерах выполняют винтовыми натяжными устройствами, имеющим ход винта

$$S_n = (1,6 \dots 2,0) \cdot 4,5 = 7,2 \dots 9,0 \text{ мм}$$

где  $t_{ц}$  – шаг цепи, по ГОСТ 13568-75 принимаем однорядный приводной роликовый цепь,  $t_{ц} = 44,45 \text{ мм}$ ,  $q_0 = 7,5 \text{ кг}$  – масса

Погонный вес настила определяется по формуле

$$q_0 = 81,52 \text{ кг/м}$$



Скорость настила обычно изменяется в пределах 0,2...0,6м/с, а нашего случае скорость 0,35 м/с.

Для расчета цепного конвейера примем следующие исходные данные:

масса	транспортируемого	изделия,	кг
$G_2 = 336 \text{ кг}$			
-общая	масса	транспортируемого	груза,
$m_{изд} = 4,2 \text{ кг}$			
длина	цепного	конвейера	(с двумя цепями),
$L = 6 \text{ м}$		масса	цепи,
$q_k = 7,5 \text{ кг}$			
коэффициент	сопротивления	перемещению	холостой цепи
$\omega_{к.ц} = 0,09$			
ускорение	свободного	падения,	$\text{м/с}^2$
$g = 9,8 \text{ м/с}^2$			
натяжение цепи в точке, Н (из справочника)			
$S_3 = 1724 \text{ Н}$			
коэффициент участия массы транспортируемого груза			$\kappa_1 = 1,0$
коэффициент участия массы холостой ветви			$\kappa = 2,0$
максимальная	скорость	транспортирования	грузе, м/с
$v = 0,058$			
число зубьев приводной звездочки			$z = 15$
шаг	цепи,		м
$t_u = 45,55 \text{ мм}$			
-диаметр	ролика,		м
$D_u = 257 \text{ мм}$			
-коэффициент			запаса
$K_3 = 1,15$			
-коэффициент полезного действия привода			$\eta = 0,85$



- делительный диаметр звездочки,
- $D_6 = 2200 \text{ мм}$
- частота вращения ведомой звездочки конвейера,
- $n = 22,4 \text{ об / мин}$
- режим работы
- средний
- транспортируемый груз кирпич
- число транспортируемых изделий
- $n_{\text{шт}} = 8 \text{ шт}$
- коэффициент сопротивления при огибании натяжной звездочки (при угле огибания  $\alpha = 180^\circ$  град)  $\xi = 1.06$

Алгоритм расчета:

1. Общая масса транспортируемого груза, кг

$$G_{\text{гр}} = 8 \cdot 4,2 = 33,6 \text{ кг.}$$

2. погонная масса транспортируемого груза, кг/м

$$Q_{\text{п.м}} = \frac{33,6}{3} = 11,2 \text{ кг / м,}$$

3. Натяжение цепи в точке  $S_4$ , Н

$$S_4 = 17240 + 81,52 \cdot 9,8 \cdot 6 \cdot 0,03 = 17240 + 143,8 = 17383,8 \text{ Н}$$

$\omega_{\text{н.ц}}$  – коэффициент сопротивления перемещению холостой ветви (для катков на подшипниках скольжения по табл.4.15) /3/,  $\omega_{\text{н.ц}} = 0,030$ .

Таблица - 4.15 Ориентировочные значения коэффициента сопротивления

Ориентировочные значения коэффициента сопротивления		
Условия работы транспортера	Коэф. $\omega_{\text{н.ц}}$ для катков на подшипниках	
	Скольжения	Качения



Хорошие	0,06...0,08	0,015...0,020
Средние	0,08...0,10	0,025...0,030
Тяжелые	0,10...0,12	0,030...0,040

Погонный вес настила определяется по формуле:

$$q_0 = 60 \cdot 0,0254 + 80 = 81,52 \text{ кг/м}$$

4. Натяжение цепи в точке  $S_5, H$

$$S_5 = 1,06 \cdot 17383,8 = 18426,8 H$$

5. Натяжение цепи в точке  $S_6, H$

$$S_6 = 18426,8 + 9,8 \cdot (11,2 - 7,5) \cdot 3 \cdot 0,09 = 18426,8 + 9,8 \cdot 10,05 = 18436,6 H,$$

Таким образом, максимальное значение натяжения цепи показано на рис. 2 в виде эпюры:

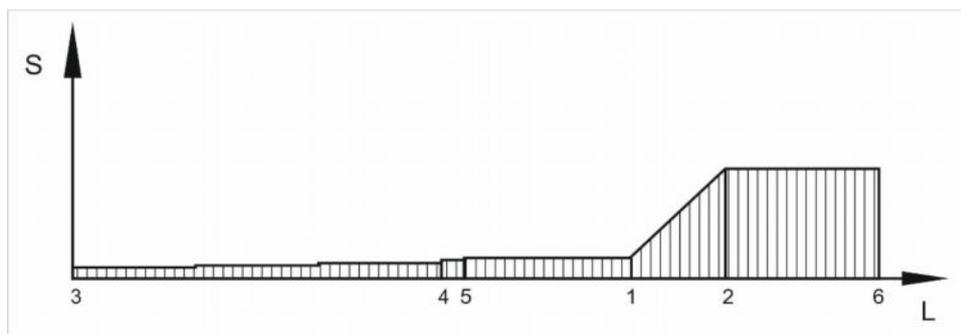


Рис.2. Эпюра натяжения цепи

6. Общая масса перемещаемого груза и тягового органа, кг

$$m_{\text{общ}} = (1 \cdot 1512 + 2 \cdot 81,52) \cdot 3 = 1527 \cdot 3 = 4581.$$

Скорость движения конвейера

$$v = 2,34 \cdot 1,5 = 3,5.$$

где  $n = 22,4 \text{ об/мин}$  – число оборотов,  $l_{\text{ч.к}} = 1,5 \text{ м}$  – длина конвейера

7. Максимальное ускорение,  $\text{м/с}^2$

$$a = \frac{60 \cdot 3,5^2}{15^2 \cdot 0,045} = \frac{735}{10,2} = 7,35 \text{ м/с}^2,$$



где  $v$  – максимальная скорость транспортировки,  $v = 3,5$  м/мин;  $z$  – принятое число зубьев приводной звездочки,  $z = 15$ ;  $t_{ц}$  – принятый шаг цепи, м;  $t_{ц} = 45$  мм = 4,5см.

8. Динамическая нагрузка на цепь, Н

$$F_{\partial} = 4581 \cdot 7,35 = 33670,4 \text{ Н.}$$

9. Разрывное усилие цепи, Н

$$S_{p,yc} = 1,15 \cdot (18436,6 + 3893,9) = 25680,07$$

где  $K_3$  - коэффициент запаса,  $K_3 = 1,15$ .

Окончательно выбираем тяговую цепь ПР50,8 - 22680 по ГОСТ 13568 - 75 (цепь однорядный приводной роликовый типа ПР нормальной серии; 22680 - разрушающая нагрузка, кгс; 50,8 - шаг в мм) / В.И.Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя.2 - том, стр. 426/.

10. необходимое усилие в цепи, Н

$$P = (18436,6 - 17240) \cdot 1,06 = 1196,6 \cdot 1,06 = 1268,4 \text{ Н}$$

11. Мощность двигателя, кВт

$$N_{\partialв} = 1268,4 \cdot \left( \frac{3,5}{1000 \cdot 0,85} \right) = 5,2 \text{ кВт.}$$

По расчетным данным из справочника принимаем асинхронный короткозамкнутый электродвигатель серии МТК5 111-64,  $N = 5,5$  кВт,

$$n_{\partialв,к} = 1000 \text{ об/мин}$$

12. Крутящий момент на приводном валу конвейера, Н

$$M_{кр} = 1268,4 \cdot \frac{0,220}{2} = 139,5$$

13. Частота вращения звездочки, об/мин

$$\omega_{ц,к} = \frac{3,14 \cdot 22,4}{30} = 2,34.$$

14. Передаточное отношение цепного конвейера

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1}; i_{3,4} = \frac{z_4}{z_3}.$$

$$i_{1,2} = \frac{54}{14} = 3,9; i_{3,4} = \frac{40}{15} = 2,6.$$



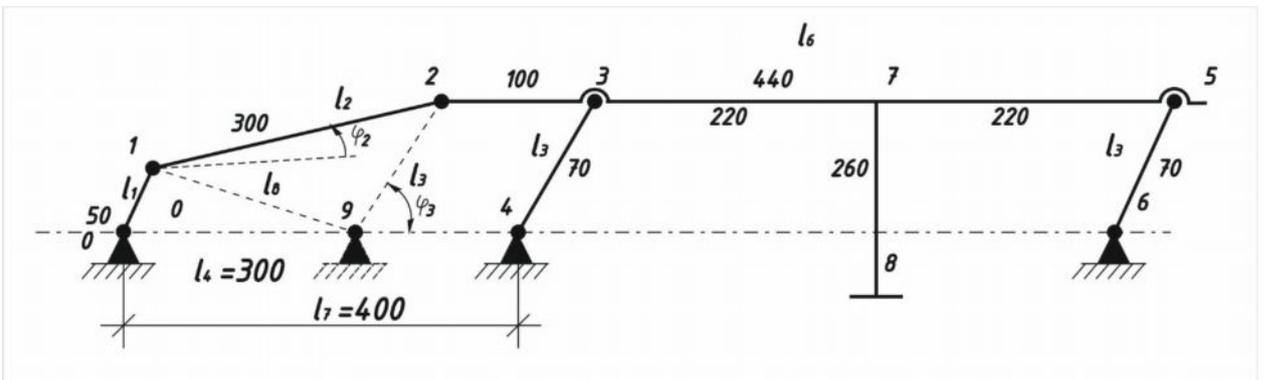
Зная передаточные число привода конвейера, из формулы определим число оборотов

$$n_{1,2} = \frac{1000}{3,9} = 256,4; n_{3,4} = \frac{256,4}{2,6} = 98,6 \text{ об / мин. } i_{4,5} = \frac{z_6}{z_5} = \frac{46}{15} = 3,06, n_{4,5} = \frac{98,6}{3,06} = 32,2 \text{ об / мин.}$$

Из этого следует, что число оборотов выходного вала конвейера имеет 32,2 об/мин. по расчетным данным принимаем цилиндрический редуктор: РМ-250.

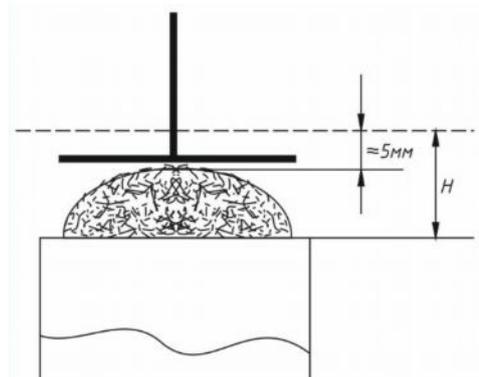
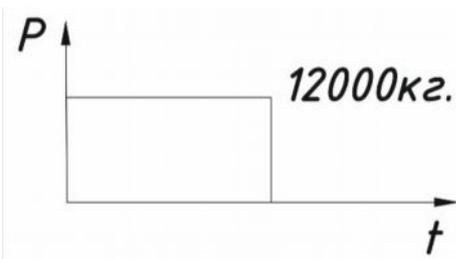
## Расчет

### Исходные данные



### Рисунок

На этом рисунке опоры кривошипа и коромысел на одной линии. Так было в начале, потом опоры кривошипа стала выше опоры коромысла.

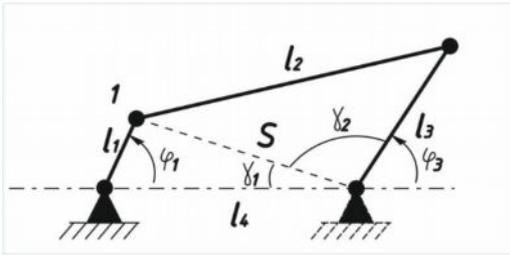


$H \approx 21 \text{ мм}$  (из программы)

Перемещение ползуна от верхней крайней точки

$$d = l_3 - l_3 \sin \varphi_3 = l_3 (1 - \sin \varphi_3)$$

Определение угла поворота коромысла. Это определение дает правильные размеры



$$S = \sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2l_3l_4 \cos \varphi_1};$$

$$\frac{l_1}{\sin \gamma_1} = \frac{s}{\sin \varphi_1}$$

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{l_1 \sin \varphi_1}{\sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2l_3l_4 \cos \varphi_1}}$$

$$l_2^2 = s^2 + l_3^2 - 2l_3s \cos \gamma_2 \Rightarrow$$

$$\gamma_2 = \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + l_3^2 - l_2^2}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}};$$

$$\varphi_3 = \pi - \gamma_1 - \gamma_2 =$$

$$= \pi - \arcsin \frac{l_1 \sin \varphi_1}{\sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}} - \arccos \frac{l_1^2 + l_4^2 + l_3^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 + l_3^2 - l_2^2}{2l_3 \sqrt{l_1^2 + l_4^2 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1}};$$

В программе указанным выше способом определяются угол поворота коромысла.

Угол поворота шатуна ( $\varphi_2$ ) определяется способом, описание в кнм «Теория механизмов и машин» Фролов К.В. стр.105

### Определение углов качения коромысла

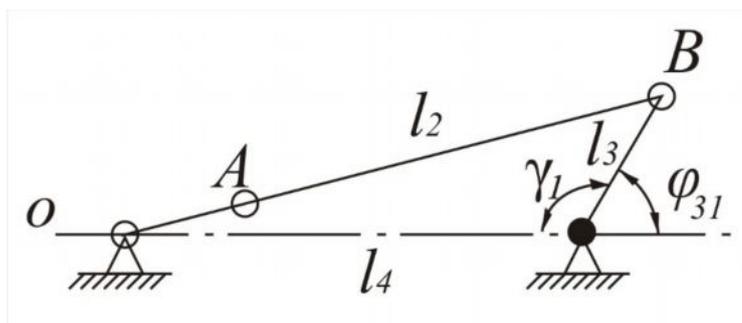


Рис.

$$l_1 = 50$$

$$l_2 = 300$$

$$l_3 = 70$$

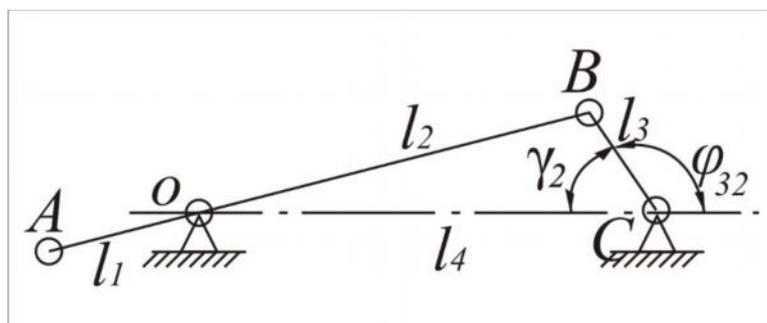
$$l_4 = 300$$

$$(l_1 + l_2)^2 = l_3^2 + l_4^2 - 2l_3l_4 \cos \gamma_1$$

$$\gamma_1 = \arccos \frac{l_3^2 + l_4^2 - (l_1 + l_2)^2}{2l_3l_4} = \arccos \frac{70^2 + 300^2 - (50 + 300)^2}{2 \cdot 70 \cdot 300}$$

$$\gamma_1 \approx 131.08233^\circ$$

$$\gamma_{31} = 180^\circ - \gamma_1 \approx 48.91767^\circ$$



*Рис.*

$$(l_2 - l_1)^2 = l_3^2 + l_4^2 - 2l_3l_4 \cos \gamma_2$$

$$\gamma_2 = \arccos \frac{l_3^2 + l_4^2 - (l_2 - l_1)^2}{2l_3l_4} = \arccos \frac{70^2 + 300^2 - (300 - 50)^2}{2 \cdot 70 \cdot 300}$$

$$\gamma_2 \approx 39.517665^\circ$$

$$\gamma_{32} = 180^\circ - \gamma_2 \approx 140.48235^\circ$$

Размах к коромысла

$$\Delta \varphi_3 = \varphi_{32} - \varphi_{31} = 140,48235^\circ - 48,91767^\circ$$

$$\Delta \varphi_3 = 91,56468^\circ$$

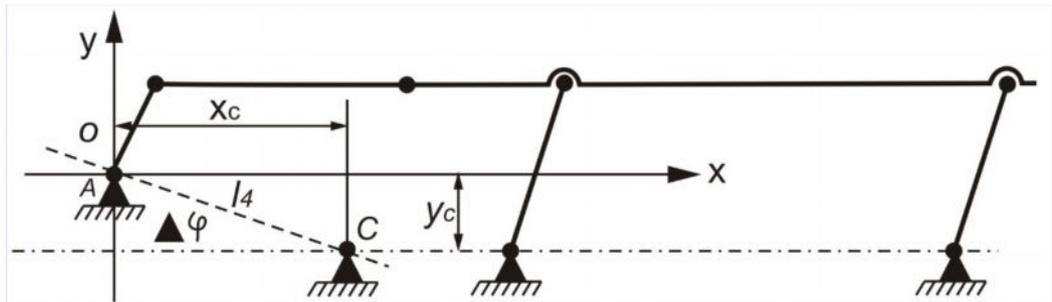
$$\varphi_{33} = 90^\circ - \frac{\Delta \varphi_3}{2} = 90^\circ - \frac{91,56468^\circ}{2} = 44,21766^\circ$$

Следовательно, система координат должно быть повернута на угол

$$\Delta \varphi_{\text{коорд.}} = \varphi_{31} - \varphi_{33} = 48,91767^\circ - 44,21766^\circ$$

$$\Delta \varphi_{\text{коорд.}} \approx 4,7^\circ$$

## Положение шарниров механизма



**Рис.**

Шарнир O находится в начале координат

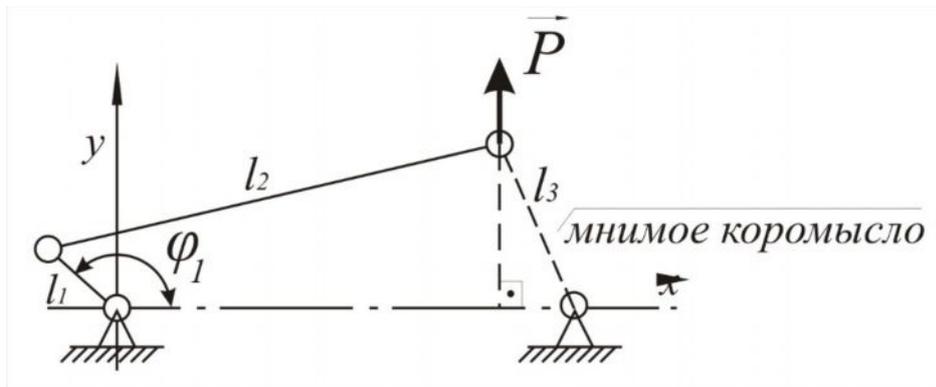
$$x_c = l_4 \cdot \cos \Delta \varphi_{\text{коорд.}} = 300 \cdot \cos 4.7^\circ$$

$$x_c = 298.99122 \approx 299$$

$$y_c = l_4 \cdot \sin \Delta \varphi_{\text{коорд.}} = 300 \cdot \sin 4.7^\circ$$

$$y_c = 24.58155 \approx 24.58$$

Определение крутящего момента

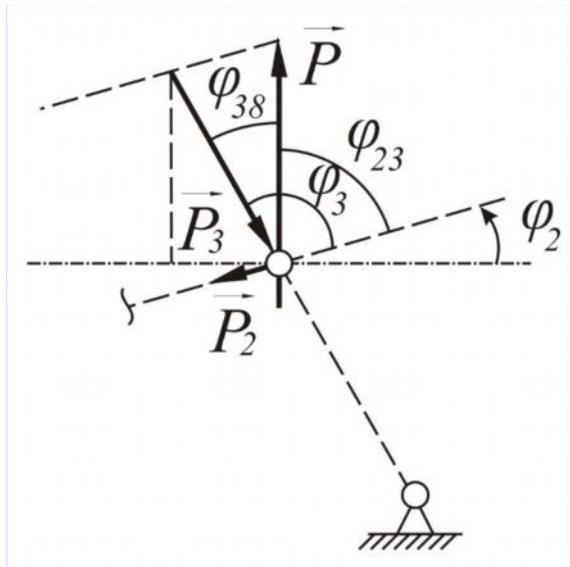


**Рис.**

$$\varphi_{23} = \varphi_3 - \varphi_2$$

$$\varphi_{38} = \varphi_3 - \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{23}} = \frac{P}{\sin(\pi - \varphi_{23})}$$



**Рис.**

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{23}} = \frac{P}{\sin \varphi_{23}} \Rightarrow P_2 = \frac{P \sin \varphi_{38}}{\sin \varphi_{23}}$$

$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{\pi}{2}$$

$$M_1 = P_1^t \cdot l_1 = P_2 l_1 \cdot \cos \alpha$$

При трамбовании второго кирпича

$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{3\pi}{2} \text{ поэтому}$$

$$M_1 = P_2 l_1 (-\cos \alpha)$$

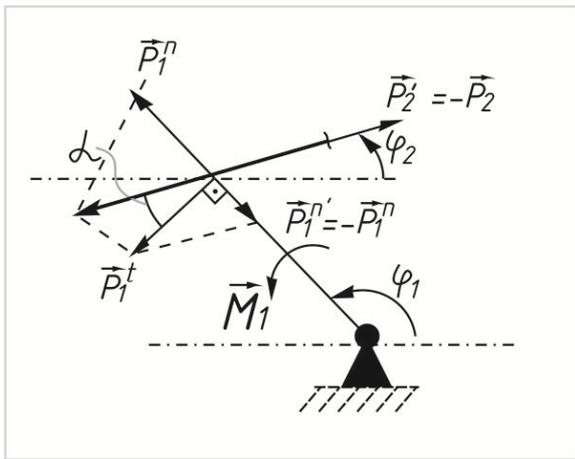
Знак «-» указывает на то, что направление вектора  $P_2$  противоположно тому, которое показано на рисунке

$$\varphi_{23} = \varphi_3 - \varphi_4$$

$$\varphi_{38} = \varphi_3 - \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{38}} = \frac{P}{\sin(\pi - \varphi_{23})}$$

$$\frac{P_2}{\sin \varphi_{38}} = \frac{P}{\sin \varphi_{23}} \Rightarrow P_2 = \frac{P \sin \varphi_{38}}{\sin \varphi_{23}}$$

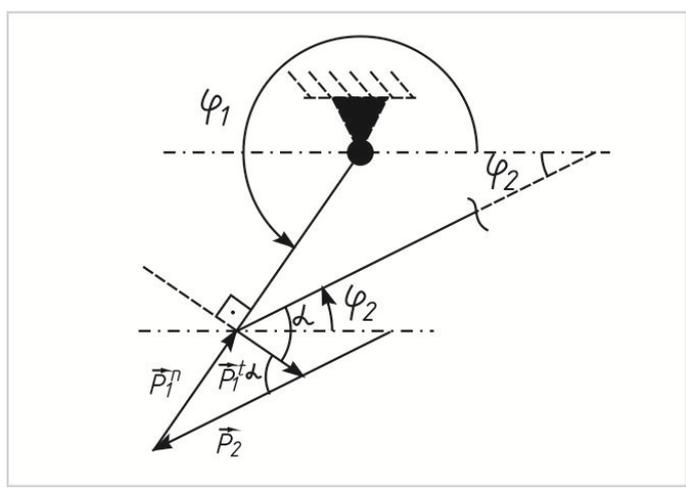


**Рис.**

$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{\pi}{2}$$

$$M_1 = P_1^t \cdot l_1 = P_2 l_1 \cdot \cos \alpha$$

При трамбовие второго кир. Рис.2 сахрани но вместо рис.3 будет рис.4.

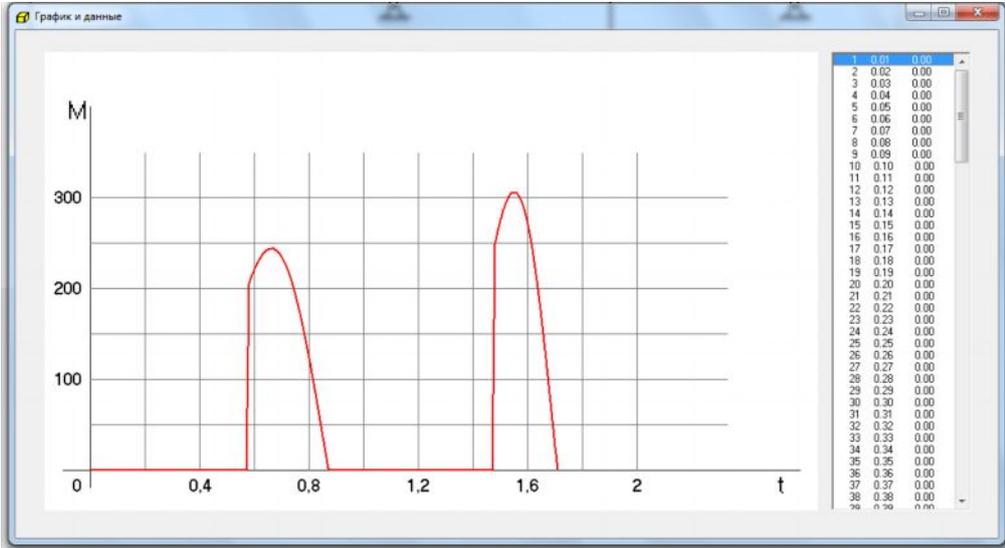
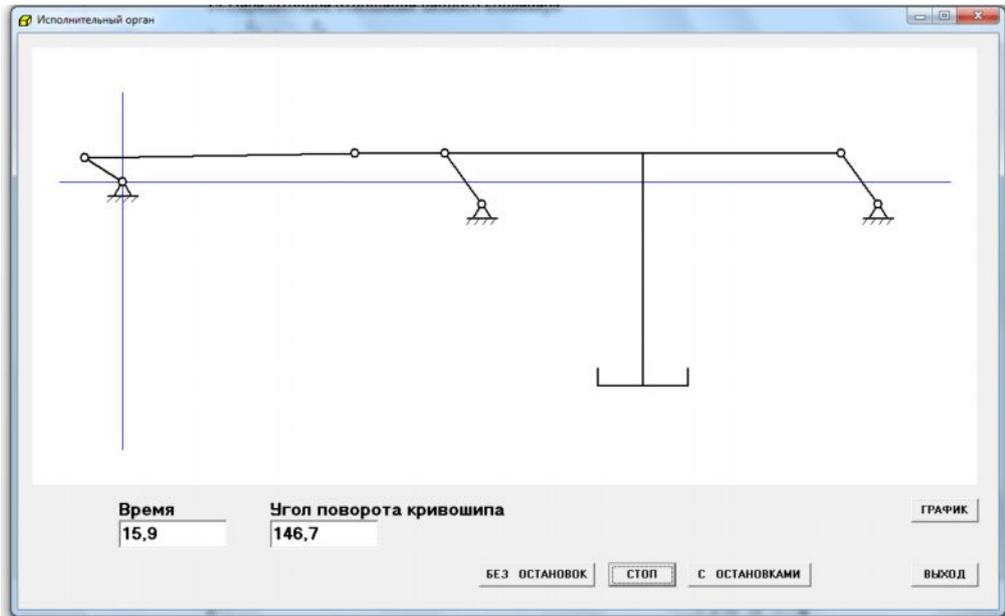


**Рис.**

$$\alpha = \varphi_1 - \varphi_2 - \frac{3\pi}{2} \text{ ПОЭТОМУ}$$

$$M_1 = P_2 l_1 (-\cos \alpha)$$

Знак «-» указывает на то что направление вектора  $\vec{P}_2$  противоположно тому, которое показано на рисунке.





Утверждаю  
Генеральный директор  
ООО «Ысыккуль Курулуш Сервис»  
Жаныбеков Ж.А.  
2018 г.

АКТ

о реализации научных результатов, полученных в диссертации соискателя Турдакун у Н. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 - Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины на тему: «Разработка и обоснование параметров пресса для непрерывного формования изделий».

**Комиссия в составе:** председателя, начальника управления «Ысыккуль Курулуш Сервис» Жаныбекова Жекшена Акишевича и членов комиссии: главного инженера «Ысыккуль Курулуш Сервис» Молдогазиева Б.А., начальника планового отдела Жокунова Б.Д. и мастера участка Хамзиева А.Б. свидетельствует о том, что при апробировании пресса непрерывного действия для производства штучных строительных изделий были реализованы следующие результаты научной работы, полученные в кандидатской диссертации Турдакун у. Н.:

- технология получения строительного кирпича методом полусухого прессования, реализованного путем статодинамического воздействия;
- математическая модель пресса для подвижного формования кирпича.

**Реализация материалов диссертации Турдакун уулу Нургазы позволила:**

- разработать пресс непрерывного действия для производства строительных изделий методом полусухого прессования;
- в конструкции пресса непрерывного действия использовать кривошипно-шатунный и коромысловый механизмы, которые позволяют реализовывать статодинамическое воздействие на прессуемую смесь;

**Материалы диссертации использованы в следующий документах, материалах и разработках:**

- руководство по эксплуатации пресса для подвижного формования кирпича полусухим способом;
- проектно-конструкторской документации для изготовления пресса с подвижным формованием кирпича содержащий необходимые данные, чертежи, спецификация сборочных единиц, схемы, ведомости и технические условия;

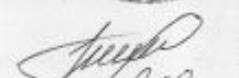
**По результатам реализации получен следующий положительный эффект:**

- создан и испытан опытно-экспериментальный вариант пресса для непрерывного формования строительных кирпичей методом полусухого прессования, позволяющие получать изделия марки 15, а годовой экономический эффект составил более 80-тыс. сомов по сравнению с базовой техникой.

Председатель комиссии:

 Жаныбеков Ж.А.

Члены комиссии:

 Молдогазиев Б.А.  
 Жокунов Б.Д.  
 Хамзиев А.Б.



КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН  
БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ  
МИНИСТРЛИГИ

Н. ИСАНОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ  
МАМЛЕКЕТТИК КУРУЛУШ,  
ТРАНСПОРТ ЖАНА АРХИТЕКТУРА  
УНИВЕРСИТЕТИ

720020, Бишкек ш., Малдыбаев кич., 34, б  
тел.: +996 (312) 54-35-61, факс: +996 (312) 54-51-36  
E-mail: ksucta@elcat.kg, Website: www.ksucta.kg



МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,  
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ  
ИМЕНИ Н. ИСАНОВА

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б  
тел.: +996 (312) 54-35-61, факс: +996 (312) 54-51-36  
E-mail: ksucta@elcat.kg, Website: www.ksucta.kg

19.09.2018 г. № 764/01

На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_



«УТВЕРЖДАЮ»

первый проректор  
к.т.н., доц. Т.Т. Саткыналиев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.



**АКТ**

о реализации научных результатов, полученных в диссертации соискателя Турдакун уулу Нургазы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 - Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины на тему: «Разработка и обоснование параметров прессы для непрерывного формования изделий»

Комиссия в составе: председателя, Начальника учебно-информационного управления, к.т.н., доцента Р.А.Жумабаева, и членов комиссии: зав. каф. «Эксплуатация транспортных и технологических машин» д.т.н. и.о.проф. Суюнтбеков И.Э., к.т.н. проф. каф. «НГИГ» Тусупбекова К.И. свидетельствует о том, что при разработке и обосновании параметров прессы для непрерывного формования изделий были реализованы следующие научные результаты, полученные в кандидатской диссертации Турдакун уулу Нургазы

- расчет параметров цепи прессы для непрерывного формования изделий;
- зависимости (математическая модель) по определению динамических нагрузок и других параметров в соответствии с расчетной схемой.
- выполнения компьютерной модели, рабочего органа прессы непрерывного действия.

Реализация материалов диссертации Турдакун уулу Нургазы позволила:

- улучшить навыки составления математических моделей различных процессов;
- более обоснованно подходить к созданию новых видов машин.
- выполнять компьютерную 3D модель и сборную конструкцию прессы непрерывного действия для формования изделий

Материалы диссертации использованы в следующих документах, материалах и разработках:

- при составлении учебно-методических комплексов по направлению «Технология транспортных процессов» и для подготовки бакалавров по дисциплине «Компьютерная графика»;

По результатам реализации получен следующий положительный эффект:

- полученные научно-технические результаты позволяет значительно улучшить качество подготовки бакалавров, магистров по направлению «Технология транспортных процессов» и владением компьютерной технологии при создании трех мерных моделей машин

Председатель комиссии:  
Члены комиссии:

Жумабаев Р.А.  
Суюнтбеков И.Э.  
Тусупбекова К.И.



УТВЕРЖДАЮ  
 Генеральный директор  
 ЕвроТехСтрой-Строительной  
 компании  
 Асанов А.Ж.  
 2017 г.

**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

о реализации научных результатов, полученных в диссертации соискателя Турдакун уулу Нургазы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 - Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины на тему: «Разработка и обоснование параметров прессы для непрерывного формования изделий»

Мы нижеподписавшиеся, представители строительной компании «Евротехстрой» в лице генерального директора Асанова Алтынбека Жекшебаевича, технического директора Асанбекова Улана Сарылбековича и инженер ПТО Кожоева Зарылбека Керималиевича, составили настоящий акт внедрения о результатах научного исследования, выполненный соискателем кафедры «Эксплуатация транспортных и технологических машин» Турдакун уулу Нургазы.

Научные исследования выполнены в области производства строительных изделий для чего создан усовершенствованный пресс непрерывного формования кирпича, результаты которого были реализованы в следующие научные работы:

- в результате научных исследований соискателем представлен усовершенствованный пресс для производства строительных изделий методом полусухого прессования;
- математическая модель прессы для подвижного формования кирпича.

Реализация материалов диссертации Турдакун уулу Нургазы позволила:

- разработать пресс для производства строительных изделий методом полусухого прессования.
- использовать кривошипно-шатунный коромысловый механизм в конструкции прессы, который позволяет реализовать статодинамическое воздействие на прессуемую смесь и получить изделие.

Материалы диссертации использованы в следующий документах, материалах и разработках:

- руководство по эксплуатации прессы для подвижного формования кирпича полусухим способом;
- проектно-конструкторской документации для изготовления прессы с подвижным формованием кирпича содержащий необходимые данные, чертежи, спецификация сборочных единиц, схемы, ведомости и технические условия;

По результатом реализации получен следующий положительный эффект:

- разработан инженерная методика расчета конструктивных и энергетических параметров прессы для непрерывного формования кирпича полусухим способом;
- испытана опытно-экспериментальный вариант прессы для непрерывного формования строительных кирпичей методом полусухого прессования, позволяющие получать изделия марки 75, а экономический эффект составил более 82 тыс. сомов;

Председатель комиссии:

Асанов А. Ж.

Члены комиссии:

Асанбеков У. С.

Кожоев З.К.



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3.



КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫ



КЫРГЫЗ ПАТЕНТ

**ПАТЕНТ**

№ 2057

Ойлоп табуунун аталышы: *Чубуруп төгүлмө материалдарды брикеттөө үчүн тегеренме кысоор*

Патент ээси, өлкөсү: *Асанов А. А., Шайдуллаев Р. Б., Рысбеков А. Ш., Турдакун уулу Н. (КГ)*

Автору (авторлору): *Асанов А. А., Шайдуллаев Р. Б., Рысбеков А. Ш., Турдакун уулу Н. (КГ)*

Өтүнмөнүн № *20170037.1*

Ойлоп табуунун артыкчылыгы: *2017-жыл, 03-апрель*

Кыргыз Республикасынын Ойлоп табууларынын мамлекеттик реестринде катталган: *2018-жылдын 28-апрелинде*

Ушул ойлоп табууга берилген өтүнмө ээси (патент ээси) жоопкер болгон патент Кыргыз Республикасынын аймагында ойлоп табууга ээлик кылууга, аны пайдаланууга, тескөөгө, ошондой эле аны башка адамдардын пайдалануусуна тыюу салууга патент ээсинин өзгөчө укугун ырастайт

Төрага *Д. Молдошева* Д. Молдошева

